



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Elaboración de una propuesta de enseñanza y aprendizaje de los
conceptos básicos de la cinemática a través de actividades
experimentales usando dispositivos móviles: ensayo en el grado
10° de la institución educativa Alvernia de la ciudad de Medellín**

Dorlan Alexander Muñoz García

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ciencias

Ciudad, Medellín

2015

**Elaboración de una propuesta de enseñanza y aprendizaje de los
conceptos básicos de la cinemática a través de actividades
experimentales usando dispositivos móviles: ensayo en el grado
10° de la institución educativa Alvernia de la ciudad de Medellín**

Dorlan Alexander Muñoz García

Informe de práctica docente presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

M.Sc. Diego Luis Aristizábal Ramírez

**Línea de Investigación: Propuesta de enseñanza
Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ciencias

Ciudad, Medellín

2015

*“A mis hijos
Juan Manuel Muñoz
Y Sebastián Muñoz
la fuente energía
e ímpetu para mi vida.*

*El sentimiento más sincero
y desinteresado, que siente
un padre por sus hijos,
es amor de verdad.”*

Agradecimientos

Agradecimiento especial al Maestro Diego Luis Aristizabal Ramírez por su generosidad, talento para innovar, habilidad para impulsar la curiosidad y promover la capacidad de asombro.

A la rectora de la Institución educativa Alvernia, Lubeida Ríos Correa por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta propuesta.

A las estudiantes de grado décimo de la Institución educativa Alvernia por su disponibilidad, cooperación y diligencia con las actividades desarrolladas en esta intervención didáctica.

A la universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Facultad de Ciencias, programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales por brindarme esta gran posibilidad de cualificación y además, enriquecer y mejorar considerablemente mi práctica pedagógica como docente de Física.

Resumen

El presente trabajo es una propuesta de enseñanza-aprendizaje de la cinemática a través de actividades experimentales en las cuales los dispositivos móviles (tabletas y celulares) son la herramienta fundamental tanto para la recolección de los datos como para su análisis. Se tomaron como referentes pedagógico y didáctico el constructivismo, específicamente el aprendizaje significativo de David Ausubel (1983) y la transposición didáctica de Yves Chevallier (1992). La propuesta se aplicó en la institución Alvernia de la ciudad de Medellín en donde se hizo uso intensivo de las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) con dispositivos móviles Android como datalogger implantándoles la plataforma software-hardware PhysicsSensor. La valoración de la eficiencia de la propuesta se realizó a través del factor de Hake con el cual se midió la denominada ganancia de aprendizaje obteniéndose en la mayoría de los descriptores definidos resultados satisfactorios: el TUGK (Test of Understanding Graphs in Kinematics) fue la prueba estandarizada que se usó. La propuesta fue muy exitosa si se valora desde la actitud de los estudiantes frente a la construcción del conocimiento.

Palabras clave: Enseñanza-aprendizaje de la cinemática, dispositivos móviles, actividades experimentales, aprendizaje significativo, transposición didáctica.

Abstract

The present investigation is a proposal of teaching-learning about kinematics through experimental activities in which the mobile devices (tablets and cell phones) are the fundamental tools to data collection and also for data analysis. I took as a pedagogical and didactic reference the constructivism, specifically meaningful learning of David Ausubel (1983) and didactic transposition of Ives Chevallier (1992). The proposal was applied in Alvernia school Medellin in where we made an intensive use of NTIC (New Information and Communication Technologies) using android mobile devices such as datalogger we have inserted a software-hardware PhysicsSensor platform. The efficiency assessment of this proposal we carry out was made through Hake factor in order to weigh up the learning process getting mostly positive results: TUG-K (Test of Understanding Graphs in Kinematics) was the test we applied to the students. The proposal was very successful if we appreciate the student's attitude facing the construction of knowledge.....

Key words: Teaching-learning of the kinematics, mobile dispositives, experimental activities, meaningful learning, didactics transposition.

.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas	XIV
Introducción	1
1. Descripción del problema y objetivos	3
1.1 El problema	4
1.2 La pregunta	6
1.3 El contexto.....	6
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
2. Marco teórico.....	9
2.1 Referente pedagógico.....	9
2.1.1 La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel	9
2.1.2 Transposición didáctica.....	11
2.2 Referente conceptual y disciplinar	13
2.2.1 Aprendizaje de la cinemática.....	13
2.2.2 Representación e interpretación grafica de datos experimentales.....	15
2.2.3 Dispositivos móviles en educación	16
2.3 Antecedentes.....	17
3. Metodología	23
3.1 Presentación de la propuesta	23
3.2 Características de la propuesta metodológica	25
3.3 Aplicación de la propuesta metodológica y presentación de resultados.....	27
3.3.1 Elección del grupo de trabajo	27
3.3.2 Aplicación de la prueba inicial	28
3.3.3 Descripción de módulos	28
3.4 Resultados y su análisis	33
4. Resultados y discusión	35
5. Conclusiones y recomendaciones.....	43
5.1 Conclusiones	43
5.2 Recomendaciones	44

A. Anexo: Módulo 0.....	46
B. Anexo: <i>Módulo 1</i>.....	51
C. Anexo: <i>Módulo 2</i>.....	57
D. Anexo: <i>Módulo 3</i>.....	74
E. Anexo: <i>Módulo 4</i>.....	79
F. Anexo: <i>Módulo 5</i>.....	89
G. Anexo: <i>Módulo 6</i>.....	100
H. Anexo: Cuestionario TUG-K modificado	112
Referencias	117

Lista de figuras

	Pág.
Ilustración 1: Organigrama transposición didáctica	13
Ilustración 2: Realización Pretest TUG-K.....	28
Ilustración 3: Construcción de fotocompuerta estudiantes IE Alvernia	31
Ilustración 4: Montaje de implementos de práctica	32
Ilustración 5: Práctica plano inclinado.....	32
Ilustración 6: Práctica plano inclinado.....	33
Ilustración 7: Porcentaje en el descriptor para el pretest y Postest	39

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Relación entre las preguntas del cuestionario modificado y el test TUG-K original, tomada de <i>Enseñanza-Aprendizaje de la Cinemática Lineal en su Representación Gráfica</i> , Yaneth Diosa Ochoa (2012, p.40).....	36
Tabla 2: Porcentaje de respuestas acertadas en el pretest, el posttest y el cálculo del índice Hake para cada una de las preguntas del cuestionario TUG-K modificado con sus respectivas observaciones.	37
Tabla 3: Descriptores valorados en el posttest y pretest	39
Tabla 4: índice Hake por descriptor.....	41

Introducción

La Física es “la ciencia de las ciencias” y por ello despliega un horizonte de posibilidades para explicar el mundo que nos rodea; sin embargo, su enseñanza en la mayoría de los casos, se desarrolla de una manera tradicional ya que la intención formadora se limita a la mera transmisión de información y entrenamiento memorístico, haciendo del conocimiento “algo acabado” y sin aplicación directa en el entorno natural. Este hecho representa una debilidad en la construcción de estrategias metodológicas por parte de los docentes en sus prácticas y se evidencia de manera latente en la apatía de los estudiantes frente a la construcción de su aprendizaje.

En la cotidianidad, la física se ha estigmatizado como un área “difícil y que no se entiende”; este vestigio ha pasado de generación en generación a través de los años en nuestra cultura. De manera particular, en los conceptos básicos de la cinemática, los estudiantes revelan dificultades para la representación, interpretación, análisis y comprensión de gráficos que constituyen el movimiento de un cuerpo. Esta situación debería impulsar los docentes hacia la búsqueda de su origen y así, obtener una respuesta educativa adecuada a la diversidad formas en las que los estudiantes aprenden en la actualidad.

En este orden de ideas, es preciso que la formación en física innove y mejore ostensiblemente las prácticas educativas, realizando una constante reflexión de los procesos pedagógicos; utilizando recursos y materiales que constituyan un elemento indispensable para acercar los conocimientos científicos al contexto de los estudiantes. Esta premisa brinda la oportunidad de diseñar e implementar esta propuesta de enseñanza de la física, específicamente en el campo de la cinemática, la cual permite interpretar y analizar gráficos de movimiento utilizando las NTIC y además, instrumentos de medición de bajo costo por medio de dispositivos móviles.

Existen múltiples antecedentes sobre el uso de este tipo de estrategias; sin embargo, ésta tiene un elemento diferenciador: el uso de los dispositivos móviles acompañado de un software exclusivo denominado PhysicsSensor como herramienta de primera mano para entender y vislumbrar el entramado maravilloso de los fenómenos naturales relacionados con el movimiento de los cuerpos.

En esta propuesta los estudiantes implementan equipo de laboratorio, mediante el uso de sensores, que se acoplan con los computadores y dispositivos móviles, teniendo permanentemente un rol activo en la construcción del conocimiento, aprovechando la motivación e interés que estas herramientas despiertan en la actual generación: es insostenible cuestionar el impacto de las NTIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de cualquier disciplina en la actualidad.

La propuesta busca mejorar notablemente las competencias específicas que todo ciudadano debe adquirir en su proceso educativo porque se vive en una época donde la tecnología, las comunicaciones y los avances científicos hacen que el entorno sea cambiante, complejo y desafiante. La adquisición de estas capacidades resulta ser fundamental particularmente la identificación, representación, interpretación y análisis de fenómenos naturales por medio de un método científico en cual se observen eventos, se registren datos precisos, se elaboren gráficos, establezcan conclusiones y se puedan emitir juicios para proponer posibles soluciones a situaciones de la vida cotidiana.

Los referentes pedagógico y didáctico en que se basa la propuesta son respectivamente so el constructivismo y la transposición didáctica. Para su implementación se elabora material potencialmente significativo: módulos, guías, actividades experimentales, construcción de instrumentos de medición. Para ensayar el grado de eficiencia de la misma se realizó una intervención en el aula en el grado 10° de la institución educativa Alvernia de la ciudad de Medellín con resultados muy satisfactorios.

1.Descripción del problema y objetivos

En la institución educativa Alvernia del municipio de Medellín se ofrece el área de Ciencias Naturales conformada por dos asignaturas: química y física, cada una con tres horas semanales de clase en los grados Décimo y Undécimo. Se cuenta con un laboratorio utilizado como aula de clase, para aprovechar todos los espacios debido al número de estudiantes, dificultad que los educadores logran sobrellevar compartiendo espacios cronológicamente. El laboratorio está dotado de implementos que permiten ilustrar fenómenos o eventos naturales, un poco deteriorados pero útiles hasta el momento; además, se realizan explicaciones y ejemplificaciones en el aula para procurar un acercamiento al conocimiento de la ciencia.

En diálogos informales con estudiantes, egresados, padres de familia y personas que han recibido algún tipo de educación media, se evidencia la generación de un estigma con respecto a la física: “es difícil, compleja y de elaborada comprensión”; en general, representa un conocimiento científico muy elevado y poco congruente con la vida cotidiana. Además cabe mencionar que existen pocas expectativas y motivación por parte de los educandos para realizar un curso de física en la educación media.

En el estudio de la física particularmente en la educación media se observan dificultades de identificación, interpretación, análisis, comprensión y elaboración de gráficos a partir de conceptos trabajados en cinemática. Esto puede deberse a la descontextualización de los contenidos o la falta de consideración de los conocimientos previos que han construido los estudiantes relacionados con el movimiento de los cuerpos, a través de su experiencia de vida como por ejemplo:

- La percepción de que “la física es una matemáticas más”, cuando se emprende este campo del conocimiento desde lo mecánico y no desde el estudio de los fenómenos naturales.

- La confusión entre los conceptos de velocidad y aceleración.
- La dificultad para interpretar y analizar gráficos, identificando las diferentes magnitudes y unidades de medida en la representación del movimiento de los cuerpos.
- La falta de diferenciación entre las gráficas de Posición vs Tiempo, Velocidad vs Tiempo y Aceleración vs Tiempo.
- Dificultad para relacionar datos de magnitudes físicas obtenidos experimentalmente con una modelación física para su respectivo análisis e interpretación.

En este orden de ideas se pretende diseñar una propuesta de enseñanza de la Física, específicamente en el campo de la cinemática a partir de la interpretación y análisis de gráficos utilizando las NTIC e instrumentos de medición de bajo costo por medio de dispositivos móviles, para la comprensión de fenómenos y eventos naturales relacionados con el movimiento de los cuerpos. De esta manera, el estudiante posee un papel activo porque podrá apropiarse de los conceptos físicos, construir y manipular instrumentos de medición, registrar datos de situaciones físicas que ocurren en la vida cotidiana, relacionar y elaborar gráficos para la interpretación de fenómenos naturales, todo esto por medio de equipos o dispositivos móviles de última generación.

1.1 El problema

Existe, en la actualidad, una gran desmotivación en las instituciones educativas por el estudio de las Ciencias Naturales; se podría decir que ha entrado en una especie de decadencia y no precisamente bajo la responsabilidad única y exclusiva de los estudiantes, sino más bien de una didáctica no consecuente para el diseño de las prácticas pedagógicas en el aula, las debilidades en la formación profesional y el uso incorrecto del conocimiento científico por parte de los docentes. Estas debilidades generan, además, una desconexión total entre lo que se enseña y lo que sucede alrededor, es decir, no existe una interacción entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Una consecuencia inmediata de que la educación se encuentre mediada por la globalización es que todos los actores que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje diariamente tienen acceso a cantidades alarmantes de información y

avances, tanto tecnológicos como científicos y por ello, cada uno elabora su propia cosmovisión. De esta manera, tanto docentes como estudiantes tienen configurado un conocimiento previo sobre las situaciones o fenómenos que se estudian en las Ciencias Naturales y que ocurren en su realidad.

Normalmente, los docentes no tienen en cuenta el conocimiento previo que poseen los estudiantes y por el contrario, debería ser la “pieza” clave en el aseguramiento del nivel de partida en todo proceso de enseñanza que se desee impartir. Según Ausubel, un aprendizaje es significativo cuando puede "...relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe." Por tanto, es el docente quien debe diseñar estrategias pertinentes para lograr que los estudiantes relacionen lo que ya saben con la nueva información y además, para que visualicen su aplicación en hechos cotidianos.

En la enseñanza de las Ciencias Naturales es fundamental que los docentes entiendan la importancia del uso del conocimiento científico en la vida diaria para configurar diversas maneras de observar el mundo, para entenderlo, valorarlo y aprender a “vivir en él”. El objetivo no es “experimentar por experimentar” sino más bien generar nuevos hábitos en las prácticas experimentales que le den sentido científico a las destrezas ya adquiridas por los estudiantes en este campo práctico y una condición para lograr este cometido es la selección del material de trabajo: deben ser herramientas coherentes y con significado propio, pensadas con una intención de formación y además, que estén a la vanguardia de los avances tecnológicos.

Hasta la fecha se encuentran antecedentes de estudios e investigaciones orientados a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en estudiantes de los grados décimo y undécimo, relacionados con los conceptos de la cinemática y el análisis e interpretación de gráficos para diferentes contextos educativos y culturales; sin embargo esta propuesta pretende posibilitar la motivación y la adquisición de conocimientos por medio de un aprendizaje significativo utilizando herramientas didácticas diferenciadoras.

El diseño y desarrollo de esta propuesta procura utilizar una metodología donde el estudiante posea un papel activo; se apropie de los conocimientos y adquiera capacidades para desenvolverse adecuadamente en la sociedad. Esta competencia podrá ser adquirida desarrollando actividades tales como: la construcción de

instrumentos de medición de bajo costo y la utilización de equipos, como computadores y dispositivos móviles, dotados con software de adquisición gratuita como lo es *PhysicsSensor* que permite la obtención de datos y gráficas de alta precisión en tiempo de real, de las magnitudes trabajadas experimentalmente para realizar su representación, análisis e interpretación. Adicionalmente la metodología propuesta se apoya en *SimulPhysics*, también de libre uso, el cual permite actividades de simulación para reforzar el aprendizaje.

1.2 La pregunta

¿Qué incidencia tiene la aplicación de actividades experimentales mediadas por dispositivos móviles en el proceso de enseñanza y aprendizaje, sobre conceptos básicos en cinemática para las estudiantes de grado décimo en la Institución Educativa Alvernia?

1.3 El contexto

La Institución educativa Alvernia está iluminada por el espíritu de San Francisco de Asís y del Venerable Luis Amigó y Ferrer, caracterizado por la sencillez, alegría, amor y clima de familia. Fundamenta su filosofía en la visión del hombre, evangelización, pedagogía amigoniana y dirección administrativa. Promueve un modelo pedagógico denominado “humanístico activo”, impulsa el pensamiento crítico, investigativo e innovador, con una proyección cultural, deportiva y tecnológica.

Se encuentra ubicada en la comuna 4, sector Campo Valdés. El plantel es de carácter oficial pero la planta física pertenece a una comunidad de religiosas tomada en arriendo por la secretaria de educación. Tiene algunas dificultades locativas por falta de espacios; el escenario, las salas de sistemas y el laboratorio son utilizados como aulas de clase. Cuenta con 1100 estudiantes aproximadamente, distribuidas desde preescolar hasta undécimo grado. La población estudiantil es de género femenino y el año anterior celebró su sextoagésimo aniversario.

La población estudiantil se destaca por su buen comportamiento, actitud para participar en actividades académicas y extra curriculares. Su estrato socioeconómico se puede

establecer, en general, como clase baja y procuran por cumplir con las actividades programadas. En la actualidad se presenta una dificultad en el uso de laboratorio, ya que es utilizado como un aula, pero dentro de toda la disponibilidad horario se miran los espacios para realizar las actividades experimentales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar e implementar una estrategia metodológica para la enseñanza de la cinemática, posibilitando la interpretación y análisis de gráficos a partir de las NTIC mediante el uso de instrumentos de medición de bajo costo, tales como los dispositivos móviles, para comprender los fenómenos naturales relacionados con el movimiento de los cuerpos

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la capacidad de análisis e interpretación que poseen los estudiantes cuando leen o elaboran una gráfica de conceptos relacionados con las magnitudes de la cinemática antes de la intervención a través de un diagnóstico.
- Construir y desarrollar material didáctico significativo y de bajo costo, que dirija la adquisición de conocimientos y habilidades para el análisis e interpretación de graficas en el contexto de la cinemática.
- Utilizar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC), específicamente los dispositivos móviles, como herramientas de enseñanza para facilitar el aprendizaje de la cinemática.
- Estimar cualitativamente, después de la intervención pedagógica, el nivel de interpretación y comprensión de los estudiantes sobre los conceptos básicos de la cinemática, mediante abstracción y representación del movimientos de los cuerpos en situaciones cotidianas

2.Marco teórico

En la historia de la humanidad el estudio del movimiento de los cuerpos ha sido uno de los fenómenos más analizado e indagado. Desde tiempos inmemorables se han desarrollado leyes y teorías que buscan explicar y dar respuesta a innumerables eventos naturales. En este proyecto se pretende diseñar una propuesta educativa fundamentada en la teoría de aprendizaje significativo de David Ausubel (1983), Marco Antonio Moreira (2005) y la transposición didáctica de Yves Chevallier (1992).

2.1 Referente pedagógico

2.1.1 La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel

"Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje, es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo con ello" (Ausubel, 1978, p. iv)

El aprendizaje significativo es una teoría que nace en David Ausubel (1968), pero autores como Pozo (1989), Novak y Gowin (1998), Caballero (2003), Rodríguez Palmero (2004) y Moreira (2000, 2003, 2005), también han desarrollado sus trabajos partiendo de ésta. Para Ausubel "el aprendizaje significativo es un proceso a través del cual la nueva información se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no literal), con un aspecto relevante de la estructura cognitiva del individuo" (Moreira, 2000, p. 2); esta estructura Ausubel la denomina Subsumidor o Subsunsor. "Para Ausubel el "subsumidor" es un concepto, una idea, una proposición ya existente en la estructura cognitiva capaz de servir de "anclaje" para la nueva información de modo que ésta adquiera, de esta manera, significados para el individuo" (Ibíd.). En resumidas cuentas el aprendizaje significativo se realiza cuando la información nueva se fija en conceptos existentes en la estructura cognitiva del aprendiz.

En palabras de Ausubel (1978):

La esencia del proceso de aprendizaje significativo es que ideas expresadas simbólicamente se relacionen, de manera sustantiva (no literal) y no arbitraria, con lo que el aprendiz ya sabe, o sea, con algún aspecto de su estructura cognitiva específicamente relevante (i.e., un subsumidor) que puede ser, por ejemplo, una imagen, un símbolo, un concepto o una proposición ya significativos. (p.41)

A fin de cuentas lo que tratan de decir los autores de manera convergente, es que el aprendiz solo puede aprender con relación a lo que ya sabe, es decir, su nuevo conocimiento dependerá totalmente de sus ideas previas pero más, específicamente, de los conceptos relacionables con la nueva información (o como lo denomina Ausubel: los subsumidores); es por esto que lo más importante a la hora de construir relaciones de enseñanza y aprendizaje es tener claro lo que el estudiante tiene en su estructura cognitiva o por lo menos conocerlo.

Partiendo de esta idea, se hace necesario la existencia de un material que se pueda relacionar con las ideas ya presentes en la estructura cognitiva del sujeto, es decir, “una de las condiciones para que se dé el aprendizaje significativo es que el material que va a ser aprendido sea relacionable (o incorporable) a la estructura cognitiva del aprendiz, de manera no arbitraria y no literal. Un material con esa característica es potencialmente significativo” (Op. Cit., p. 6), ayudando así al estudiante a incorporar nuevos conocimientos en su estructura cognitiva. Respecto a estos materiales Ausubel aduce que deben tener un significado lógico para que el estudiante lo pueda relacionar con las ideas relevantes (o Subsumidores).

Asimismo, se puede decir que los organizadores previos son una herramienta propuesta en la teoría del aprendizaje significativo para manipular, de cierta manera, la estructura cognitiva del aprendiz siendo esenciales a la hora de acercarse a un nuevo conocimiento porque “la principal función del organizador previo es la de servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que precisa saber para que pueda aprender significativamente la tarea frente a la que se encuentra” (Ausubel, 1978, p.171); entonces, los organizadores previos deben ser el enlace entre la nueva información y el conocimiento presente en la estructura cognitiva del estudiante.

Por último, para hablar de aprendizaje significativo desde la perspectiva ausubeliana es necesario referirse a dos procesos de vital importancia que son: la diferenciación

progresiva y reconciliación integradora. La diferenciación progresiva ocurre cuando un subsumidor que se usa una o varias veces cambia según la nueva información asimilada, es decir, el subsumidor se convierte en otros subsumidores debido a la nueva información anclada en él. Por otra parte, la reconciliación integradora es cuando la nueva información adquirida por el aprendiz, reorganiza su estructura cognitiva dotándolo de nuevos significados o sea, nuevos aprendizajes. “Ésos son, por lo tanto, dos procesos relacionados que se desarrollan durante el aprendizaje significativo, el primero (diferenciación progresiva) más relacionado con el aprendizaje subordinado, y el segundo (reconciliación integradora), con los aprendizajes superordenado y combinatorio” (Op. Cit., p. 19).

Para concluir, el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel devela las necesidades que tienen los sujetos a la hora de enfrentarse al difícil proceso de enseñanza y aprendizaje, pero además, propone una serie de instrumentos que pueden ayudar a que dichos obstáculos (que son absolutamente insoslayables) puedan ser superados con una mayor facilidad, consolidando un enorme aporte tanto en las herramientas, como en el entendimiento de estos procesos (enseñanza y aprendizaje) para un trabajo como el que se está realizando en la presente investigación.

2.1.2 Transposición didáctica

La transposición didáctica es “el conjunto de las transformaciones que sufre un saber con el fin de ser enseñado.” (Chevallard, 1992). Partiendo de esta idea, el autor habla de dos tipos de transposiciones: la externa y la interna. En este caso particular se trabajará con la interna ya que es donde se puede entrar a analizar los procesos propios de la enseñanza y aprendizaje que ocurren con nuestros estudiantes.

La transposición didáctica es un proceso, en el cual, el saber científico se transforma en conocimientos adquiridos por los educandos, es decir, se puede explicar cómo la adaptación realizada por las instituciones (transposición didáctica externa) y/o los docentes, de los conocimientos científicos (saber sabio) en conocimientos escolares (saber enseñado) contextualizándolos para que puedan ser entendidos, comprendidos e interiorizados por los estudiantes (transposición didáctica interna).

Esta teoría sustenta que el saber científico (saber sabio), debe diferenciarse del saber escolar (saber enseñado) ya que uno se encuentra muy distante del otro, es decir, “el

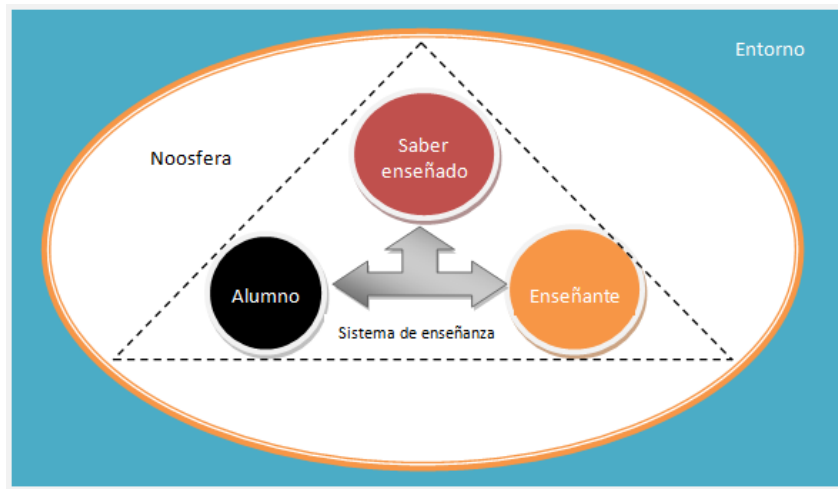
concepto de transposición didáctica, en tanto remite al paso del saber sabio al saber enseñado, y por tanto a la distancia eventual, obligatoria que los separa. (Chevallard, 1992, p.p. 4-5). Dicha distancia se debe principalmente a que todo conocimiento necesita ser transgredido de manera propositiva por parte del enseñante, para luego ser llevado al aula de clase; o sea, “para que la enseñanza de un determinado elemento de saber sea meramente posible, ese elemento deberá haber sufrido ciertas deformaciones, que lo harán apto para ser enseñado” (ibíd., p. 5).

El proceso de transformación, adaptación o metamorfosis posee como actor principal el educador, porque es él, quien tiene el conocimiento proveniente del saber erudito (saber sabio) y también del entorno socio-cultural de los educandos, situación que le brinda la posibilidad de intervenir eficazmente el procesos de enseñanza y aprendizaje y es así, como el maestro puede permutar los conocimientos científicos y disminuir notablemente el nivel de complejidad del saber sabio, haciéndolo factible a los estudiantes a través de un lenguaje en contexto, con palabras cotidianas y ejemplos de la vida diaria.

Aunque en el aula de clase el saber imperante es el enseñado, es preciso entender que el saber sabio juega un papel crucial porque es de donde proviene o comienza la posibilidad de transformación, es decir, “el saber sabio nos interesa porque ciertas exigencias que intervienen en la preparación didáctica del saber, ya están influyendo a partir del saber sabio o al menos a partir de la formulación discursiva de ese saber” (ibíd.); en otras palabras, es la preparación que confluye en un sistema didáctico.

De la misma manera, el sistema didáctico según Chevallard está compuesto originariamente por tres elementos que son: el enseñante, el alumno y el saber enseñado. “El entorno inmediato de un sistema didáctico está constituido inicialmente por el sistema de enseñanza, que reúne el conjunto de sistemas didácticos” (Op. Cit., p.8.).

Seguidamente se encuentra un esquema, donde se trata de mostrar de manera visual lo dicho anteriormente:

Ilustración 1: Organigrama transposición didáctica

En este orden de ideas es importante considerar que la transposición didáctica solo se manifiesta en el ámbito educativo siempre y cuando sus actores asuman un papel activo, es decir, es necesario que en el sistema de enseñanza, los educadores y los estudiantes participen activamente de la teoría, si algunos de ellos falla la transposición didáctica no se podría desarrollar efectivamente.

Para concluir, la transposición didáctica solo se hace posible cuando se crean objetos de saber y “un objeto de saber solo llega a la existencia como tal, en el campo de conciencia de los agentes del sistema de enseñanza, cuando su inserción en el sistema de los objetos a enseñar se presenta como útil para la economía del sistema didáctico” (Op., Cit., p. 21). Sistema que solo es posible transformar desde la noosfera de la transposición.

2.2 Referente conceptual y disciplinar

2.2.1 Aprendizaje de la cinemática

Un ave en vuelo, un pez en el agua, un ciclista en su ruta, un atleta en competencia, la luna, la tierra alrededor del sol, una gota de lluvia, un electrón alrededor del núcleo, todos son ejemplos de fenómenos naturales que desde tiempos inmemorables han generado mucha curiosidad; estos y muchos más tienen algo en común, *el movimiento*, porque realmente todo lo que nos rodea se mueve.

El concepto de movimiento resulta ser tan natural, común y cotidiano, que sus efectos son imperceptibles a la mayoría de las personas pero es tan importante en la evolución humana, que a partir de su análisis y estudio el hombre dio un paso gigantesco y se aventuró por el camino de la revolución científica. En los caminos intrincados de la historia se podría mencionar a Aristóteles, Ptolomeo, Aristarco, Copérnico, Galileo, Kepler, Newton, Einstein, entre otros; grandes personajes que se preocuparon por este fenómeno. Por lo anterior, es posible afirmar que el movimiento es uno de los temas centrales del desarrollo de la Física.

La mecánica clásica se origina con Galileo Galilei; específicamente, la cinemática rama de la física, cuyo origen etimológico viene del griego (*kinema*) que significa mover, se ocupa de estudiar las leyes de los movimientos sin tener en cuenta su origen o causa, es decir, se centraliza en analizar las características de la trayectoria de un cuerpo en función del tiempo. Su objeto de estudio se fundamenta en describir y analizar los conceptos de posición, desplazamiento, tiempo, velocidad, aceleración y sus interacciones, de acuerdo a un marco de referencia y de un sistema de coordenadas, utilizados como punto de partida en la interpretación precisa y específica del movimiento de un cuerpo y además, recopilando datos para la construcción de gráficos con los cuales se pueda lograr explicación de este fenómeno natural.

La mayoría de los estudiantes de secundaria y primeros semestres de universidad poseen dificultades en la resolución de problemas cualitativos, la interpretación de conceptos y la representación de gráficos en el campo de la cinemática, situación que radica en la poca comprensión cualitativa de los conceptos físicos. Los estudiantes normalmente no poseen la capacidad de relacionar los elementos físicos con los formalismos algebraicos de la clase para el movimiento de los cuerpos; también se les dificulta relacionar movimientos de cuerpos o partículas reales con los conceptos físicos que pueden brindar explicación cualitativa o cuantitativa de estos eventos naturales.

Por esta razón y para concluir, siendo coherentes con lo que plantea en McDermontt (2009), en su artículo, las situaciones problemas que requieren un razonamiento cualitativo y una ilustración oral, exigen un nivel de implicación erudito superior. Es indudable que cuando un estudiante posee capacidades y habilidades para resolver problemas

cualitativos, su desempeño en la resolución de problemas cuantitativos es mucho mas elevado, porque poseen una mejor conceptualización con la cual puede brindar mejores explicaciones físicas; la alternativa para posibilitar una mejor comprensión es apoyar los procesos de asimilación cualitativa de los conceptos a partir de la experiencia y la observación, propiciar actividades que consoliden un razonamiento cualitativo relacionado con los eventos estudiados, fortaleciendo y consolidando la comprensión.

2.2.2 Representación e interpretación grafica de datos experimentales

Las gráficas son muy importantes y se usan en ámbitos sociales, educativos y culturales; entre sus funciones encontramos la clasificación, organización, diferenciación, ilustración, categorización y sistematización de datos vinculados a la vida diaria de todas las personas. Las gráficas ayudan a interpretar datos, relacionar variables, identificar tendencias o comportamientos de un evento deportivo, fenómeno natural, incremento de ventas, receso económico, estado del tiempo, cuentas de banco, etc. En el campo escolar una de la mejores aproximaciones al análisis de gráficos se presenta en el terreno de la cinemática porque los estudiantes pueden vincular datos y situaciones de la vida cotidiana con los nuevos conocimientos, al contrario de la matemática y la química, donde es necesario un alto grado de abstracción e interpretación para comprender conceptos por su dificultad para su ilustración específica.

En este orden de ideas se puede inferir que el análisis e interpretación de gráficas en cualquier ámbito posibilitan la adquisición de conocimientos en los individuos; sin embargo a la mayoría se les dificulta su comprensión porque no se encuentran familiarizados con ellas y las dejan de lado. Por ello, es relevante considerar la interpretación y análisis de gráficas en la física, especialmente en la cinemática, para generar o fortalecer procesos de abstracción y desarrollo de habilidades de representación. Una posible solución es utilizar herramientas de electrónicas de bajo costo asociadas a dispositivos móviles, las cuales son de interés y fácil manipulación en los escolares de esta nueva generación, teniendo en cuenta que la capacidad de aprendizaje de los alumnos está influenciada en gran medida por el contexto y actualmente estamos en una época donde las nuevas tecnologías de la información y la

comunicación se pueden aprovechar para generar procesos eficientes de enseñanza y aprendizaje.

2.2.3 Dispositivos móviles en educación

Los teléfonos inteligentes y tabletas son dispositivos móviles, elementos electrónicos que han tenido una evolución vertiginosa en los últimos años y constituyen una alternativa completamente viable para consolidar procesos de enseñanza y aprendizaje en instituciones educativas. El campo educativo se está percatando de las oportunidades y el potencial que poseen estos dispositivos; al utilizar elementos virtuales, para el desarrollo conceptual y práctico del conocimiento. La ventaja de estas aplicaciones virtuales es que pueden estar permanentemente disponibles para sus usuarios y además, brindan información y permiten la interacción con múltiples interfaces, generando una comunicación en tiempo real con los integrantes de las comunidades educativas.

La portabilidad de los dispositivos móviles, unida a una red cada vez más rápida y a la conectividad de teléfonos celulares, hace que estos dispositivos sean muy propios para la productividad y el aprendizaje. Internet mismo se está convirtiendo en una red móvil. (Reporte horizonte, 2013)

Los dispositivos móviles poseen un atractivo que cautiva enormemente el ámbito educativo; las aplicaciones (Apps) para dispositivos móviles generan un cambio significativo en lo que se conoce como computación móvil; los Apps han evolucionado muy rápido en los últimos años y se revelan como una alternativa muy fuerte para el aprendizaje y la interacción inalámbrica por medio de redes. Estas aplicaciones (Apps) permiten interactuar, explorar, compartir o diseñar según sea el caso, diferentes conceptos, aprovechando implícitamente la motivación, interés y necesidad que tienen las personas en el uso de estos dispositivos.

Para concluir, se debe considerar que la incursión en la tecnología, en este caso los dispositivos móviles es imparable e irresistible, no porque sea de actualidad o una tendencia de moda, sino porque se trata de tecnología eficiente, flexible, versátil, adaptable que facilita los ritmos de aprendizaje, desarrolla autonomía e impulsa habilidades para la comunicación; asimismo proyecta la escuela hacia las NTIC y

propicia procesos de aprendizaje situando a los alumnos como fin último de la educación formal.

2.3 Antecedentes

En el estudio de la Cinemática se encuentran trabajos desarrollados por diferentes autores en los cuales se pueden identificar fácilmente sus elementos diferenciadores, como se ilustra a continuación.

Sánchez, Moreira & Caballero (2008) implementan una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. Se basó en la participación activa de los estudiantes, apoyada en la resolución de problemas con la intención de facilitar y promover el aprendizaje significativo, por medio de un problema integrador. Este proyecto se implementó entre 2007 y 2008 en Chile, alcanzando unos resultados favorables ya que logra incidir notablemente el rendimiento académico de los estudiantes.

Guidugli, Silvina; Fernández, Cecilia & Benegas (2004) implementan una metodología de enseñanza y aprendizaje titulada: "Aprendizaje activo de la cinemática lineal y su representación gráfica en la escuela secundaria". El artículo está enmarcado en la enseñanza y aprendizaje de la cinemática, donde por medio de unas preguntas estratégicas al inicio y luego al final de la implementación de la metodología, analizan los resultados y establecen unas conclusiones que dan cuenta de las dificultades que poseen los estudiantes de secundaria para comprender conceptos y representaciones de gráficas del movimiento de los cuerpos. Utilizan dos metodologías: una denominada el aprendizaje activo, donde el estudiante está vinculado directamente con su proceso de adquisición de conocimientos, trabajando en equipo y utilizando sus experiencias previas y sus sentidos para llegar a una conceptualización formal. La otra es el contexto como herramienta para desarrollar el interés y la capacidad de aprendizaje de los alumnos influenciada por lo que hay en su entorno cercano.

García & Sánchez (2008) realizan un trabajo muy interesante sobre diseño de las que ellos denominaron "secuencias didácticas" para explicar diferentes conceptos de física. Estas consisten en desarrollar actividades con un orden preciso y específico como guía de procedimiento para encaminar a los estudiantes en la consolidación de una formación

científica que les permita comprender, reflexionar, investigar, opinar, decidir y actuar. Las secuencias didácticas tienen algunas orientaciones con las cuales el aprovechamiento de los programas de estudio es más eficiente: incorporar los conocimientos previos de los alumnos, promover el trabajo grupal y construcción colectiva del conocimiento, optimizar el uso del tiempo y el espacio, seleccionar materiales adecuados, impulsar autonomía en los estudiantes y la evaluación. Las secuencias didácticas incorporan diferentes tipos de actividades entre ellas se puede visualizar el trabajo práctico, este se entiende como todas las acciones de aprendizaje en ciencias que involucran a los estudiantes cuando de alguna forma observan o manipulan materiales u objetos en el desarrollo de las clases. Estas demostraciones o manipulaciones juegan un papel preponderante como actividades experimentales y todas estas acciones son afines con el desarrollo de este trabajo de investigación.

Guillarrón, Lourenço, Méndez & Hernandez (2013) desarrollan un trabajo denominado: alcances y limitaciones actuales de la actividad experimental en escuelas de Enseñanza Media de la provincia Santiago de Cuba: criterios de alumnos y profesores; afirman que:

El uso de actividades experimentales en la enseñanza de las Ciencias puede contribuir a que los alumnos desarrollen y comprendan los conceptos científicos, despierten la curiosidad, susciten discusiones, reflexionen sobre los conceptos involucrados, elaboren hipótesis y adquieran espíritu crítico. (p.107)

Simultáneamente, las actividades experimentales son una metodología que tiene gran fortaleza en los métodos y modelos de enseñanza de un área como la física. Esta metodología es investigada con gran entusiasmo durante mucho tiempo y este artículo ilustra un estudio de casos en la provincia de Santiago de Cuba sobre la influencia de las actividades experimentales en la asignatura de física en las escuelas de enseñanza media. Los resultados arrojan muchas interpretaciones entre ellas tenemos: las actividades experimentales deben tener una connotación de investigación que integre muchos aspectos de la actividad científica y oriente a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento donde analicen conceptos científicos, posibilite debates académicos, muestren creatividad, construyan hipótesis y se aproximen a un aprendizaje realmente significativo.

Se muestra, entonces, la realidad de la escuela media en Santiago de Cuba, una realidad no muy alejada de lo que ocurre en Medellín; al realizar un comparativo con respecto a los alcances y limitaciones que poseen las escuelas de ambas comunidades se puede inferir que las dificultades para una categoría didáctica como las actividades experimentales son similares.

Al efectuar una reflexión sobre la práctica pedagógica de los educadores en el desarrollo de las actividades experimentales se encuentra un factor importante: su motivación. Si los docentes poseen iniciativa y preparación, pueden superar dificultades y limitaciones que el medio o el contexto posean. Otro factor sería la falta de capacitación del sector educativo para docentes en aspectos relacionados con las experiencias de laboratorio.

McDermott (2009), en su artículo concepciones de los alumnos en mecánica afirma: “Resultados de investigaciones han demostrado que estudiantes salen frecuentemente del curso de introducción de la física con numerosas creencias incorrectas equivalentes a aquellas que tenían antes de la enseñanza”. Las investigaciones sobre la comprensión de la física por parte de los estudiantes siempre ha generado mucha inquietud por sus múltiples variantes, debido a las dificultades conceptuales y de razonamiento que los adolescentes en la media y los jóvenes en los primeros semestres de universidad comparten cuando se observa su incapacidad de aplicar conceptos propios de la física en la resolución de problemas.

Buscando diagnosticar los conocimientos de los estudiantes para identificar si eran capaces de emplear correctamente los conceptos de la mecánica al interpretar movimientos efectivos de cuerpos o partículas reales, se evidencia una confusión entre los conceptos de velocidad y aceleración, esta dificultad es muy frecuente, debido a la mala utilización del criterio de posición e intensificándose con la inadecuada interpretación de gráficos. Las investigaciones muestran que la resolución de problemas para la mayoría de los estudiantes se facilita cuando tiene una solución cuantitativa, pero cuando le exigen una solución cualitativa las dificultades surgen porque el nivel de comprensión es más elevado.

Navaridas Fermin, Santiago Raul & Touron Javier (2013), presentan los resultados de una investigación en la que analizan las opiniones de los profesores, denominada

“valoraciones del profesorado del área de fresno (California central) sobre la influencia de la tecnología móvil en el aprendizaje de los estudiantes”.

La incidencia del uso de los dispositivos móviles en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, está dispuesta en tres dimensiones: la afectiva emocional, la ético-social y la cognitiva. Las deducciones de este estudio demuestran que en términos generales el potencial pedagógico que ostentan las NTIC es determinante en los procesos de adquisición de conocimientos.

De acuerdo con la opinión de los profesores y el análisis de resultados en todos los niveles de escolaridad, con la implementación de los dispositivos móviles en el aula se incrementó el interés de los estudiantes por la tarea, el aumento de la actividad durante el estudio, el trabajo colaborativo, mejoró la creatividad y se optimizó la adquisición del conocimiento. En conclusión, es consecuente que los maestros integren las nuevas tecnologías en la escuela para transformarla y posibilitar la asimilación de conocimientos, incremento de la motivación que ayude a los estudiantes a desarrollar habilidades para la vida con miras a la formación de nuevas generaciones críticas, investigativas, innovadoras y científicas.

En este orden de ideas, cabe mencionar que el uso de los dispositivos móviles en la escuela promueve beneficios relativamente considerables en los procesos de aprendizaje por la facilidad para ser portados, la conectividad en casi cualquier lugar y la velocidad de la red inalámbrica, son sin duda cualidades muy llamativas para capturar la atención y el interés de los usuarios en todo el mundo, los cuales están permeando el sector educativo. En este campo el número de aplicaciones descargadas a dispositivos móviles es colosal; según el informe horizonte de 2013, más del 80% de las Apps se encuentran asociadas a los procesos de enseñanza y aprendizaje enmarcando como objetivo específico a los niños; también es muy atractivo para las editoriales, avanzar o llevar a una faceta más evolucionada los libros, convertirlos en libros digitales, ampliando un rango de posibilidades e interactividad mayor, pueden exhibir fotografías, imágenes en movimiento (GIF), simulaciones, laboratorios virtuales, reproducción de videos, compartir información, jugar, juegos on-line, navegar en tiempo real, recibir o enviar información, en general con solo deslizar los dedos pueden interactuar fácilmente con un gran número de

posibilidades, esta comunicación resulta ser intuitiva y sencilla sin necesitar ningún tipo de manual de instrucciones.

3. Metodología

Actualmente las nuevas tecnologías de la información y la comunicación intervienen de una forma determinante en los procesos de enseñanza y aprendizaje permeando gustos, intereses y necesidades de los estudiantes y además, posibilitando una nueva forma de aprender; facilita la implementación de nuevas estrategias, es decir, una nueva metodología donde el aprendiz puede direccionar su propio aprendizaje. Este cambio de paradigma permite transformar la educación tradicional enmarcada en el tablero, tiza, papel y lápiz, por las Tablet, los computadores portátiles, dispositivos móviles, software y el sin número de aplicaciones APP que estos instrumentos electrónicos despliegan.

3.1 Presentación de la propuesta

La metodología empleada en esta propuesta tiene una orientación constructivista por tanto, el estudiante posee un papel activo en la adquisición de sus conocimientos, demostrando creatividad, iniciativa y participación, en contraposición a la educación tradicional. Se trata de favorecer el desarrollo competencias cognitivas aplicadas a la solución de situaciones problema, partiendo de los intereses y saberes previos de la población estudiantil y mediada por el uso de dispositivos móviles. Estas herramientas inciden notablemente en la educación de las últimas generaciones denominadas “nativos digitales” por su habilidad para manipular y familiarizarse nuevas tecnologías.

De esta manera, las prácticas pedagógicas tienen una excelente oportunidad para potencializar y consolidar mejores procesos de enseñanza y aprendizaje, al no tener que invertir muchos esfuerzos en la motivación de los jóvenes. Las nuevas tecnologías atrapan la atención e interés de los estudiantes, situación difícil en nuestros días, al continuar enseñando con el método tradicional. Las metodologías de la enseñanza están experimentando una transformación importante, basadas en la teoría del aprendizaje significativo y suscitadas por las tecnologías de la información y la comunicación, promueven una iniciativa donde cada individuo desarrolla paulatinamente y a su ritmo

habilidades y destrezas, logrando así una mejor interpretación del entorno donde se encuentra inmerso a través de experiencias, eventos y fenómenos.

El desarrollo de la tecnología en la actualidad ha transformado notablemente la forma de comunicarnos y relacionarnos; también, la forma en que accedemos, distribuimos y concebimos la información. Las descendencias de adolescentes presentes en la época son denominadas “generaciones digitales”, debido a que piensan y aprenden de forma interactiva, constantemente están explorando por medio de juegos, búsquedas, consultas o simple curiosidad.

Evaluación del estado inicial

Para establecer el nivel de partida de los estudiantes con respecto al conocimiento poseen sobre el movimiento de los cuerpos se proponen una serie de actividades tales como: la elaboración de un mapa conceptual sobre conceptos básicos de la cinemática, preguntas problematizadoras en grupo, socialización de eventos de la vida cotidiana relacionando movimientos de cuerpos o partículas, entrevistas individuales, preguntas para discutir en subgrupos y la aplicación de un pretest.

La propuesta se desarrolló en varias etapas:

- En un primer momento se aplicó una prueba de formato internacional denominada TUG-K de Beichner (pretest), para diagnosticar condiciones y los conocimientos previos de las estudiantes.
- La segunda etapa es la implementación: por medio de módulos las estudiantes interactúan con una estrategia que promueve y motiva el aprendizaje de conocimientos en el campo de la cinemática lineal, utilizando herramientas tecnológicas educativas de última generación.
- Seguidamente se realiza un postest, para determinar la ganancia en los conocimientos de los estudiantes después de haber participado de esta propuesta, por medio del índice Hake.

3.2 Características de la propuesta metodológica

La educación concebida como un proceso para la adquisición y desarrollo de capacidades cognitivas, intelectuales, morales y afectivas que vinculan al individuo en la sociedad, debe considerar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como creaciones impulsadoras del desarrollo humano; debe reconocer estas nuevas tendencias como “motor transformador” de las metodologías de enseñanza para promover procesos de pensamiento y desarrollo integral de los estudiantes.

Esta propuesta metodológica articula la formación en ciencias naturales, específicamente la física, con las NTIC. Fundamentada en la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel (1978) y la transposición didáctica de Yves Chevallard (1992), vincula directamente los dispositivos móviles y las aplicaciones APP, con los procesos de enseñanza y aprendizaje consolidando una estrategia innovadora y generadora de motivación. Se aprovecha el interés y la atención que los jóvenes en la actualidad le brindan a este tipo de elementos tecnológicos, convirtiendo los celulares y tablet en un instrumento para mejorar los procesos de pensamiento y adquisición de conocimientos.

La estrategia de la intervención emplea los dispositivos móviles como herramienta para identificar y comprender conceptos físicos de la cinemática rectilínea. Por medio de sensores vinculados a algunas aplicaciones APP dispuestas en dichos dispositivos (PhysicsSensor) se pueden realizar actividades experimentales que permitan la obtención de datos reales sobre eventos físicos, estudiados por la cinemática, con el fin de consolidar conocimientos nuevos a partir de unos previos en cada estudiante.

Características de la propuesta metodológica:

- Posee un potencial significativo para mejorar el proceso de aprendizaje en clase.
- Estimula el interés del estudiante por la física.
- Genera curiosidad e incrementa el nivel de atención.
- El aprendizaje es interactivo ya que la virtualidad genera entusiasmo al descubrir.
- El aprendizaje busca ser significativo; pretende relacionar el conocimiento que se va adquirir con los conocimientos previos de los estudiantes.
- Posibilita al estudiante darle un valor agregado a las actividades del área.
- Estimula la interactividad estudiante-dispositivos-contenidos de aprendizaje.

- Dispone a los estudiantes hacia la realización de actividades experimentales para analizar y comprender fenómenos naturales.
- Favorece la cooperación y el trabajo en equipo.
- Incluye, en la evaluación, la comprensión de conceptos; el registro, análisis e interpretación de datos; el planteamiento de hipótesis y de posibles soluciones a las mismas. También, un informe de la actividad experimental con sus respectivas conclusiones.

El enfoque de la intervención es orden cualitativo buscando analizar particularidades de carácter disciplinar en el entorno de la cinemática, por medio de la apropiación y asimilación de conocimientos prácticos y científicos. Se analiza y examina un conjunto de procesos de enseñanza y aprendizaje llevados a cabo en la secundaria y/o educación media. Se implementan siete módulos los cuales despliegan diferentes etapas: construcción en equipo, análisis de conceptos, actividades experimentales con dispositivos móviles, posibilitando el desarrollo en las dimensiones fundamentales del aprendizaje.

Elaboración del material de trabajo

Para el diseño del material didáctico se consideró los siguientes parámetros:

- Indagación sobre el conocimiento previo de los estudiantes.
- Posibilitar situaciones cotidianas y de fácil entendimiento.
- Orientar la construcción de los conceptos y en forma organizada.
- Estimular el trabajo en equipo y ambiente colaborativo.
- Plantear los ejercicios a partir de situaciones reales (o simuladas en el PC) y orientar la solución con el siguiente protocolo:
 - a. Elaborar un dibujo que describa la situación física de forma simplificada.
 - b. Definir el marco de referencia.
 - c. Definir el sistema de coordenadas.
 - d. Establecer datos iniciales e incógnitas.
 - e. Modelación matemática.
 - f. Verificación de resultados.

Evaluación del estado final

En la valoración de la propuesta metodológica se formulan actividades de verificación, en grupo e individuales, que buscan apreciar el nivel de aprendizaje adquirido por las estudiantes participantes de esta práctica. Asimismo, se proponen preguntas abiertas y cerradas en el desarrollo de las experiencias, indagación en aspectos por mejorar, aspectos positivos y negativos, entrega de un informe escrito y análisis de resultados de cada una de las actividades experimentales con sus respectivas conclusiones; también, la elaboración de un mapa conceptual sobre los conceptos de la cinemática y por último la aplicación de POSTEST.

3.3 Aplicación de la propuesta metodológica y presentación de resultados.**3.3.1 Elección del grupo de trabajo**

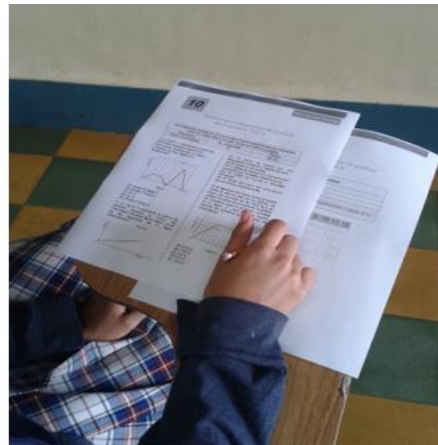
La aplicación de esta propuesta se desarrolló en la Institución Educativa Alvernia de carácter oficial, ubicada en la comuna 4, sector Campo Valdés, con estudiantes de educación media específicamente grado décimo. Las edades de las estudiantes oscilan entre 14 y 17 años; de estrato uno, dos y tres con buenas condiciones de estudio. 57 participantes distribuidas en dos grupos homogéneos con comportamiento adecuado. La asignatura de Física posee una intensidad horaria de tres horas semanales y la institución cuenta con una distinción religiosa, orientada por las enseñanzas de Fray Luis Amigó.

Es importante aclarar que el desempeño académico de ambos grupos no es el más positivo; después de realizar una indagación sobre los conocimientos previos, se identificaron dificultades para mantener la atención y la concentración; también se observaron problemas de interpretación y modelación matemática a nivel aritmético y algebraico, razón por la cual se busca enseñar algunos conceptos, principios y/o conocimientos previos implícitamente en el desarrollo de los módulos.

3.3.2 Aplicación de la prueba inicial

Uno de los objetivos de la propuesta es estudiar la capacidad de análisis e interpretación que poseen las estudiantes cuando leen o elaboran una gráfica de eventos relacionados con magnitudes de cinemática; por este motivo se comienza con la realización de una prueba diagnóstica, un cuestionario de doce preguntas tipo selección múltiple con única respuesta, tomado del Test de Comprensión de Gráficas de Cinemática (TUG-K) de Beichner (1994) (Anexo H).

Ilustración 2: Realización Pretest TUG-K



3.3.3 Descripción de módulos

Los módulos en esta propuesta, se construyeron con el propósito de enseñar de forma interactiva, didáctica y motivadora, conceptos básicos de la cinemática rectilínea a partir del análisis y la interpretación de gráficos utilizando simuladores, dispositivos móviles, instrumentos de medición, construcción de implementos, aplicaciones móviles y trabajo en equipo.

En la construcción y elaboración de estos módulos se consideraron unos objetivos, los cuales están descritos al inicio de cada uno como propósito de aprendizaje. A continuación se describen las actividades propuestas en cada uno de ellos.

Módulo 0: Construcción de fotocompuerta

Plantea la construcción de un dispositivo (fotocompuerta) con elementos sencillos y de bajo costo que se pueden adquirir en cualquier tienda de materiales electrónicos posibilitando el trabajo en equipo y la interacción de los estudiantes con este tipo de herramientas; además de brindar una experiencia diferente en la dinámica académica ofreciendo un conocimiento nuevo.

El dispositivo es un sensor que emite un haz de luz en uno de sus extremos y en el otro captura los cambios que sufre, permitiendo medir intervalos de tiempos muy pequeños con alta precisión. Este se enlaza a un dispositivo móvil o a un PC para graficar dichas señales y luego poder ser interpretadas.

Es importante mencionar que esta guía de construcción es proporcionada por el profesor Diego Luis Aristizabal Ramírez profesor de la Universidad Nacional, autor de la misma y director de este trabajo de grado (ver anexo A).

Módulo 1: Motivación

Contiene actividades tipo conducta de entrada para motivar el estudio de la física y cambiar los estigmas que posee de ser un “área difícil”, “una matemática más”, “solo formulas”, “es una ciencia matematizada”, entre otros. Tiene situaciones problema de la vida cotidiana para debatir con las estudiantes, videos, simulaciones, presentaciones en PPT y un concurso de preguntas similar a un programa televisivo (ver anexo B).

En la aplicación de esta etapa, la participación activa de las estudiantes es relevante, no de unas pocas sino de todo el grupo. El maestro debe posibilitar un ambiente adecuado para que sea dinámica y colaborativa, promoviendo la cooperación y el trabajo en equipo.

Módulo 2: Conceptos básicos de la cinemática

Esta etapa fue concebida para ilustrar los conceptos relacionados con todas las actividades planteadas en este trabajo. En la física la formalidad y claridad en las concepciones es relevante. Por lo tanto, en este módulo se realiza el estudio de la cinemática rectilínea mediante análisis gráfico (ver anexo C).

Se ilustran explícitamente conceptos como: marco de referencia, sistema de coordenadas, trayectoria, posición, desplazamiento, longitud recorrida, velocidad, aceleración, gráficos, entre otros. Los simuladores son un apoyo enorme para presentar

fenómenos físicos en condiciones ideales y lograr una mejor comprensión de los conocimientos; el SimulPhysics ofrece una variedad de modelos para lograr este cometido.

Módulo 3: Construcción de Interfaz

Describe los pasos de la construcción de un Interfaz: instrumento para emparejar los sensores (fotocompuerta) con el celular. Posee la lista de materiales para realizar dicha construcción y el procedimiento paso a paso de su elaboración. Este elemento permite combinar y enlazar las señales que se registran en la fotocompuerta para ser leídas y graficadas por el dispositivo móvil, es decir, el sensor registra una señal que un PC puede leer directamente porque posee puertos de salida y entrada de forma independiente, pero en un dispositivo móvil la salida y la entrada es combinada, tiene un mismo puerto, por tal razón se construye este instrumento de empalme (ver anexo D).

Módulo 4 y 5: Aceleración en un plano inclinado

Estas prácticas describen el procedimiento para calcular experimentalmente la aceleración de un cuerpo o partícula que se desliza a través de un plano inclinado. Al comparar los resultados, tanto experimentales como teóricos, se posibilita el análisis e interpretación de los gráficos ofrecidos por este fenómeno físico (ver anexos E y F).

Se utilizan los instrumentos contruidos en los módulos anteriores, para obtener alta precisión y buena exactitud. La estudiante posee un papel activo y además, se percata de que los dispositivos de comunicación no son solo para el ocio, sirven para construir procesos de pensamiento y muchos conocimientos.

Módulo 6: Práctica caída libre

La caída de los cuerpos ha causado mucha curiosidad e inquietud en el ser humano, además es uno de los fenómenos que la física estudia con dedicación y esmero.

En los procesos de enseñanza los docentes en los diferentes niveles de formación, han tenido mucha dificultad para medir intervalos de tiempo en los movimientos ya que son muy pequeños y difíciles de medir exactamente, pero en esta práctica se plantea una forma muy sencilla y adecuada para hacerlo a través de una representación gráfica bien interesante. Empleando los elementos mencionados en las prácticas o procedimientos

anteriores, se puede medir el valor de la gravedad obteniendo valores muy cercanos a los valores convencionalmente verdaderos de ésta (ver anexo G).

Análisis del trabajo en el aula

Al inicio de la aplicación de la propuesta, la generación de expectativas era inevitable; la novedad e innovación en la metodología creaban interés y motivación; la posibilidad de utilizar los dispositivos móviles como instrumento de medición en el ámbito educativo es una transformación importante, es dar una mirada diferente a la enseñanza de la física.

Cuando las estudiantes participaron de las actividades del módulo 0, se observaban comprometidas e interesadas manipulando herramientas y componentes electrónicos; al momento de ensamblar la fotocpuerta surgían preguntas “¿Profe este instrumento dónde se utiliza?” “¿Profe para que sirve esta fotocpuerta?” “¿Profe por qué se llama fotocpuerta?”; también surgían comentarios de haber visto al abuelo, tío o primo trabajando con este tipo de herramientas o reparando algún electrodoméstico, juicios que verifican la existencia de conocimientos previos en la estructura cognitiva de los estudiantes.

Ilustración 3: Construcción de fotocpuerta estudiantes IE Alvernia



Seguidamente, en el módulo de motivación era innegable la participación, la dinámica competitiva hacía de las clases un juego atractivo para fijar algunos conocimientos. Al continuar con el módulo de los conceptos básicos en cinemática, el trabajo académico se volvió un poco conceptual y teórico, el cambiar de acción requiere más atención y

concentración. En esta etapa los estudiantes poseían unos organizadores previos para poder anclar adecuadamente el nuevo conocimientos con los ya existentes en su estructura cognitiva.

Las jóvenes se observaban comprometidas con el desarrollo de las actividades, la asistencia era muy pertinente y cumplían con los materiales pedidos para las prácticas como fotocopias, impresión de guías, materiales de construcción, adaptadores, puntualidad en los horarios, trabajo extra y consulta en general. Durante las prácticas de plano inclinado utilizando la fotocompuerta, el celular y la regla cebra la participación era ineludible; se generaba mucha concentración y trabajo óptimo posibilitando un buen comportamiento, disciplina y procesos de pensamiento; estas prácticas se desarrollaban en equipos de cinco a seis personas, cada uno ellos con sus respectivos materiales e instrumentos de trabajo.

Ilustración 4: Montaje de implementos de práctica



Ilustración 5: Práctica plano inclinado

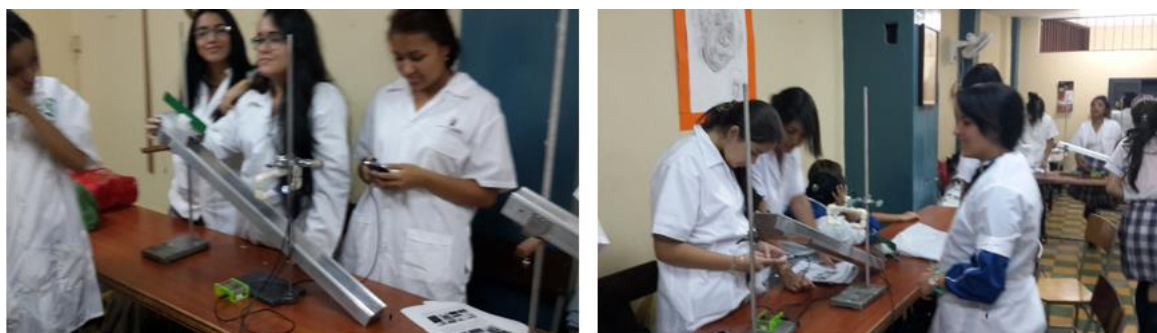


Ilustración 6: Práctica plano inclinado

En términos generales, se puede concluir que las estudiantes utilizando los dispositivos móviles potencializan los procesos de aprendizaje; estos son un soporte didáctico para integrar, complementar o desarrollar contenidos curriculares, actividades de experimentación y prácticas de laboratorio. Del mismo modo, el uso de los dispositivos móviles posee unos beneficios importantes en el aprendizaje de los estudiantes: favorece la productividad, incrementa el interés por la tarea, promueve la cooperación y el trabajo en equipo, facilita la comunicación por ende la empatía, contagia la responsabilidad, la dedicación y el compromiso.

3.4 Resultados y su análisis

Esta etapa de aplicación se amplió con la elaboración de un informe de la actividad experimental, estos informes se encuentran al final de los módulos de las prácticas experimentales, en el cual, los estudiantes pueden registrar los datos tomados experimentalmente por medio de los sensores y el celular para su sistematización; se diseñaron para interpretar y analizar la información obtenida a medida que se realiza la actividad experimental, además sirve esencialmente para guiar el procedimiento seguido en la práctica.

Este informe se propone entregarlo en equipos de cinco o seis estudiantes, los cuales deben registrar los datos, realizar procedimientos algebraicos y aritméticos sencillos para documentar el trabajo de la práctica experimental, también cuenta con unas preguntas de análisis conceptual o de resultados para evidenciar la interpretación física de los

resultados, seguidamente se pide que realice conclusiones de la práctica a nivel conceptual y experimental.

El maestro en transcurso de la actividad experimental mediada por dispositivos móviles, puede realizar una evaluación actitudinal y procedimental, puede hacer lectura directa del proceder de las estudiantes y con el informe puede emitir un juicio valorativo de la práctica en general, asimismo apreciar el desempeño de los estudiantes y dilucidar de la ganancia o adquisición de conocimientos

4.Resultados y discusión

Para analizar la incidencia de esta intervención didáctica en los estudiantes de la institución educativa Alvernia, se realiza una prueba al inicio y nuevamente al final de la propuesta. Esta consiste en 12 preguntas de selección múltiple con única respuesta, tomadas del Test de Beichner (Understanding of Kinematic Graphs, TUG-K), basadas en la interpretación de gráficos de cinemática teniendo en cuenta concepciones alternativas, realizando un recorte del test original para adaptarlo a los contenidos del trabajo.

Para el procesamiento de los resultados se tuvo en cuenta la diferencia de desempeño entre el posttest y el pretest, para cada pregunta, analizando la evolución de las respuestas en el grupo completo, la muestra es representativa, en total 57 estudiantes de grado décimo.

El cuestionario TUG-K propone 21 preguntas de selección múltiple asociadas a ciertos conceptos, en esta intervención se escogieron 12 de ellas (ver anexo H), congruentes con las gráficas de Posición vs Tiempo, Velocidad vs Tiempo, Aceleración vs Tiempo y planteamiento con una descripción textual de un movimiento para elegir el gráfico correspondiente, Tabla 1.

Para determinar el nivel de ganancia en el aprendizaje después de aplicada la estrategia metodológica, se analizan los resultados obtenidos por medio del factor Hake. Este es un instrumento que permite medir cuantitativamente el nivel de ganancia normalizada y consiste en comparar los logros alcanzados por la estrategia educativa, independientemente del estado inicial de conocimiento. Es una medida muy útil para confrontar lo que se aprendió y el total de lo que debió ser aprendido. Este factor se calcula empleando la siguiente expresión,

$$g = \frac{\text{posttest (\%)} - \text{pretest (\%)}}{100 - \text{pretest (\%)}}$$

Hake además propone categorizar en tres intervalos de ganancia: bajo ($g \leq 0,3$), medio ($0,3 \leq g \leq 0,7$) y alto ($g \geq 0,7$). En la Tabla 2 se ilustran los resultados obtenidos de este factor por pregunta.

Tabla 1: Relación entre las preguntas del cuestionario modificado y el test TUG-K original, tomada de *Enseñanza-Aprendizaje de la Cinemática Lineal en su Representación Gráfica*, Yaneth Diosa Ochoa (2012, p.40)

Pregunta Cuestionario aplicado	Pregunta Cuestionario TUG-K	Respuesta	Concepto	Acción
1	2	E	Aceleración	Pendiente de la gráfica V vs t
2	3	D	Velocidad	Pendiente de la gráfica X vs t
3	4	D	Desplazamiento ("Distancia")	Área de la gráfica V vs t
4	5	C	Velocidad	Pendiente de la gráfica X vs t
5	8	D	Velocidad	Pendiente de la gráfica X vs t
6	9	E	Velocidad y aceleración	Forma de la gráfica X vs t
7	12	B	Movimiento uniforme	Las tres gráficas
8	16	D	Cambio de velocidad	Área bajo la gráfica a vs t
9	18	B	Desplazamiento ("Distancia")	Área de la gráfica V vs t
10	19	C	MRUV	Las tres gráficas
11	20	E	Desplazamiento ("Distancia")	Área de la gráfica V vs t
12	21	A	Velocidad y aceleración	Gráfica de V vs t

Tabla 2: Porcentaje de respuestas acertadas en el pretest, el postest y el cálculo del índice Hake para cada una de las preguntas del cuestionario TUG-K modificado con sus respectivas observaciones.

Pregunta	Observaciones	% Acierto pretest	% Acierto postest	Índice Hake
1	Se indaga por la aceleración, a partir del concepto de pendiente de una recta, este concepto se afianza positivamente, el porcentaje de mejoramiento en la respuesta acertada es de 43,9%, buen indicador en la adquisición de los conocimientos después de aplicada la propuesta, el índice Hake se ubica en nivel medio.	17,5	61,4	0,53
2	Se plantea una gráfica de Posición vs. Tiempo para inquirir por el MU, los resultados obtenidos demuestran una ganancia de nivel medio en los conceptos de aceleración y velocidad, el porcentaje el avance entre ambas pruebas es de un 49%.	8,7	57,8	0,53
3	Los estudiantes realizan una indagación superficial de la situación problemas, por ende responden rápidamente sin realizar una inferencia más profunda, puede ser confianza o falta de comprensión del gráfico, es necesario consolidar algunos conocimientos.	12,2	26,3	0,16
4	El análisis de un movimiento en línea recta es adecuado, los estudiantes identifican ejes y logran realizar una indagación acertada de la velocidad. La aplicación de la estrategia metodológica demuestra una ganancia de nivel medio.	12,2	66,6	0,61
5	Se plantea la interpretación de una gráfica Posición vs Tiempo, en la cual se debe deducir implícitamente la trayectoria, para elegir un descripción textual. Los resultados muestran una aproximación al concepto pero con dificultades notables, se infiere poca de comprensión de lectura.	7,0	28,0	0,22
6	Se ilustra el movimiento acelerado de un móvil, se debe elegir la gráfica que representa adecuadamente la descripción textual planteada, el en postest se deduce un poco de ambigüedad, pero el porcentaje de acierto con respecto al pretest es positivo, sin embargo se recomienda hacer énfasis en la representación gráfica de MU y MUV.	12,2	40,3	0,32
7	Los resultados obtenidos en esta pregunta son satisfactorios, la mayoría de los estudiantes interpretan fácilmente el MU. Se concluye buena identificación de los ejes en las diferentes gráficas, posibilitando un análisis adecuado, el nivel de ganancia es medio.	12,2	66,6	0,61
8	No se observa ganancia en el aprendizaje, la pregunta posee un nivel de complejidad alto, además de interpretar un MUV, era necesario analizar una aceleración variable, exige un poco más de asimilación y comprensión, la mayoría de estudiantes presentaron dificultad	8,7	8,7	0

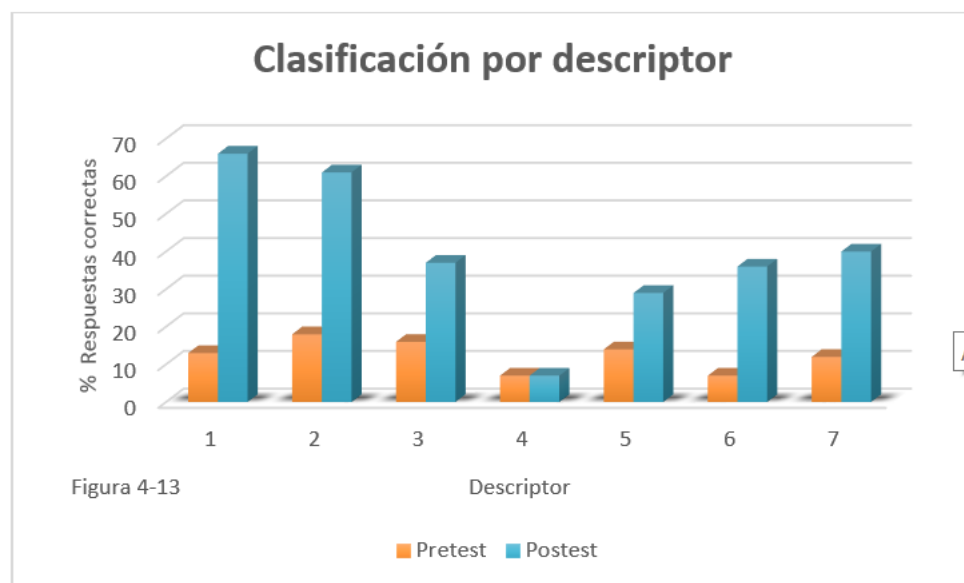
	porque realizan una lectura superficial de la información suministrada, se recomienda afianzar conocimientos en la aplicación de la estrategia.			
9	El análisis gráfico es de gran importancia para interpretar este tipo de movimientos, los resultados son favorables un buen porcentaje de estudiantes interpretan fácilmente el área bajo la curva, nivel de ganancia es medio.	21,0	50,8	0,37
10	Se exige la identificación precisa de los ejes coordenados y el comportamiento de la gráfica, la propuesta sugiere un avance de nivel medio.	10,5	49,1	0,43
11	La indagación en las características en un MU causa algunas dificultades cuando es necesario realizar una modelación matemática, el nivel de ganancia el bajo, se sugiere ilustrar más estos eventos.	15,7	36,8	0,25
12	Al interpretar resultados se observan algunas dificultades, los estudiantes revelan un poco de ambigüedad y confusión para determinar la respuesta porque se trata de una descripción textual.	5,2	24,5	0,20

En este orden de ideas, al examinar las preguntas del cuestionario y siendo coherentes con la **tabla 1**, se identifican siete grupos de preguntas en diferentes orden que indagan por los mismas capacidades, en el trabajo de *Yaneth Diosa Ochoa (2012, p.40)*, se definen como objetivos, en esta propuesta se plantean como descriptores, estos sirven para detectar la comprensión de competencias básicas en los estudiantes a través del análisis de situaciones problema como: habilidades, destrezas u operaciones mentales, tabla 3.

En la **ilustración 7** enseña los resultados obtenidos de acuerdo a los descriptores seleccionados, después de realizados el pretest y postest: analizando los porcentajes en la gráfica se puede observar que los estudiantes mejoraron su desempeño en la mayoría de los descriptores con respecto al pretest.

Tabla 3: Descriptores valorados en el postest y pretest

	Descriptor	Preguntas
1	Planteado el grafico de X vs t determinar la velocidad	4
2	Planteado el grafico de V vs t determinar la aceleración	1
3	Planeado el grafico de V vs t determinar el desplazamiento	3,9,11
4	Planteado el grafico de a vs t Determinar el cambio en la velocidad	8
5	Planteado un gráfico de cinemática seleccionar la gráfica equivalente	7,10
6	Planteada una gráfica de cinemática seleccionar una descripción textual.	2,5,12
7	Planteada la descripción textual seleccionar la gráfica correspondiente	6

Ilustración 7: Porcentaje en el descriptor para el pretest y Postest

A continuación se hace un análisis más detallado de los resultados en los descriptores.

Descriptor 1: El concepto de velocidad para los estudiantes no es complejo, porque logran identificar fácilmente los cambios que sufre a medida que pasa el tiempo, en la representación gráfica se les dificulta comprender adecuadamente los ejes coordenados para el pretest, situación que mejora en un 53% para el postest, indicador de una oportuna adquisición de los conocimientos y apropiada interpretación gráfica.

Descriptor 2: La aceleración que experimenta un móvil es una situación cotidiana que la mayoría de los estudiantes logran identificar y experimentar. Cuando se desea analizar la aceleración a partir de una gráfica Velocidad vs Tiempo, asociado al concepto de pendiente de una recta, el estudiante debe poseer unos organizadores previos, que le permitan establecer una inferencia adecuada, para relacionar la información suministrada con sus saberes en los conceptos de cinemática y poder proponer una posible solución. El descriptor muestra una ganancia del 43%, buen indicador de un precedente aprendizaje.

Descriptor 3: Se reúnen los conceptos de velocidad, tiempo y desplazamiento, para describir el movimiento de un cuerpo por medio de una gráfica, en las preguntas 3, 9 y 11 se evidencian algunas dificultades de comprensión, estas radican en la lectura directa de los ejes coordenados, solo el 37% de los encuestados logran alcanzar buen nivel indagación para determinar la respuesta correcta después de participar de la intervención pedagógica, se infiere que esto radica en la socialización de los conceptos básicos desarrollados en la propuesta (módulo 2), se hace necesario enfatizar de forma más profunda la modelación matemáticas para desarrollar e interpretar fenómenos cinemáticos.

Descriptor 4: Se observa que los estudiantes no lograron mejorar su desempeño en la interpretación de una gráfica de Aceleración vs Tiempo, el nivel de competencia de la pregunta era alto, la mayoría de los estudiantes hacen una lectura directa de los ejes coordenados de la gráfica para seleccionar una respuesta, la dificultad se hace notar porque la aceleración es variable a medida que pasa el tiempo y es necesario realizar una modelación matemática más profunda para contestar correctamente. Situación que motiva a profundizar más en la presentación y explicación de este tipo de gráficos asociados a situaciones problemas.

Descriptor 5: Cuando se representa un movimiento por medio de una gráfica y se indaga por las características del mismo después de establecer un enunciado explicativo, los resultados numéricos son aceptables en forma nominal, muestran un avance del 29%, valor que se queda corto con respecto la valoración que el profesor puede hacer en el aula de clase con relación a la asimilación de los conocimientos adquiridos, de acuerdo a los juicios emitidos por los jóvenes en el desarrollo de las prácticas.

Descriptor 6: Cuando se identifican e interpretan las características de una gráfica para dar cuenta de su descripción textual más apropiada, se miden el nivel de comprensión de la representación gráfica de la cinemática; en estos resultados se evidencia un buen porcentaje de acierto en las preguntas 2 y 5, la ilustración de un movimiento con velocidad constante es familiar y no es necesario hacer una modelación matemática para seleccionar la opción correcta, sin embargo en la pregunta 12 se evidencia algo de confusión, dificultad que incentiva el mejoramiento de la intervención en la explicación de los conceptos planteados en estos cuestionamientos.

Descriptor 7: El planteamiento de una descripción textual del movimientos de un cuerpo vinculando conceptos como aceleración, velocidad y tiempo, para elegir una gráfica que lo represente adecuadamente, presenta un nivel de complejidad superior, debido a la variedad de conocimientos previos que debe poseer el estudiante, el avance en los resultados obtenidos es positivo 40% de los encuestados responden correctamente, apropiado indicador para estimar el progreso en los procesos de enseñanza aprendizaje de la cinemática.

En la **tabla 4** muestra el nivel de ganancia obtenido en cada uno de los descriptores.

Tabla 4: índice Hake por descriptor

Descriptor	Índice Hake
1	0,60
2	0,52
3	0,25
4	0,0
5	0,17
6	0,31
7	0,31

Los resultados obtenidos indican que los descriptores 1, 2, 6 y 7, alcanzan un nivel medio de ganancia en los aprendizajes, los descriptores 3 y 5 un nivel de ganancia bajo y el descriptor 4 no reportar ningún índice de ganancia.

Estos resultados se pueden interpretar como satisfactorios, la aplicación de la estrategia metodológica según estas deducciones no fueron completamente exitosas, pero se puede estimar que superan las expectativas, teniendo en cuenta la población, el contexto, las condiciones, posibilidades y oportunidades de las estudiantes.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Este trabajo de investigación en profundización, de orden cualitativo y enfoque constructivista, ha brindado ganancias representativas en el aprendizaje de los estudiantes, teniendo en cuenta los instrumentos de valoración como pretest, postest y el índice Hake, indicadores de desempeño de los estudiantes en el desarrollo de la propuesta, se establece en un nivel medio para la mayoría de los descriptores, donde se puede evidenciar el nivel normalizado de ganancia en el aprendizaje al implementar la intervención metodológica. En términos generales se puede afirmar que la intervención “Enseñanza y aprendizaje de la cinemática con actividades experimentales mediadas por dispositivos móviles” presentó avances significativos y satisfactorios con respecto a los objetivos propuesto, teniendo en cuenta que en las instituciones educativas oficiales la dinámica escolar es muy irregular, las situaciones socioeconómicas son variables y los historiales académicos son de rendimiento bajo.

La participación activa de los estudiantes se evidencia notablemente en la construcción de instrumentos de medición. En las prácticas pedagógicas la motivación es un factor preponderante para fortalecer la adquisición de los conocimientos y desarrollo de las competencias básicas de una forma significativa. Los jóvenes participantes de esta estrategia construyen una fotoc compuerta, instrumento tecnológico de bajo costo, ellos manipulan herramientas, registran medidas, cortan y acoplan accesorios, actividades que promueve el trabajo en equipo, estimulan el interés por aprender, propicia la creatividad y la capacidad de asombro, en términos generales la motivación se manifiesta de forma espontánea.

Esta propuesta metodológica vincula directamente el uso de los dispositivos móviles como elemento diferenciador con respecto a otras intervenciones, se caracteriza por utilizar recursos tecnológicos de última generación como celulares, tablet y aplicaciones, específicamente el PhysicsSensor; aprovechando el desarrollo electrónico de estos

dispositivos, para medir (pero medir bien) magnitudes físicas, que anteriormente no era posible obtener en un aula de clase. Cuando los estudiantes realizan estas prácticas se desarrolla una mejor comprensión de la cinemática y del mismo modo promueve el desarrollo de habilidades cognitivas como el pensamiento crítico, la toma de decisiones, el pensamiento creativo y habilidades cognitivas.

Finalmente se considera todo el proceso desarrollado con las actividades experimentales, como espacios de construcción, observación, experimentación, registro y representación gráfica de fenómenos cinemáticos, su éxito se evidencia en los testimonios de los jóvenes participantes: afirman que nunca habían realizado prácticas de este tipo, con implementos electrónicos a su alcance y de alta precisión, también mencionan que las actividades fomentaron la cooperación, el trabajo colaborativo y la comprensión conceptual del movimiento de los cuerpos, verificando los conocimientos aprendidos en clase con las practicas experimentales para consolidar un aprendizaje significativo.

5.2 Recomendaciones

El uso de los dispositivos móviles no son buenos o malos por ellos mismos, todo depende de cómo sean utilizados, su pertinencia radica en el modo como se empleen en el escenario educativo, en esta práctica se recomienda realizar una buena instrucción conceptual y en las actividades experimentales, por ejemplo en la forma de acoplar los instrumentos, en la manipulación de la aplicación PhysicsSensor, en la interpretación de gráficos brindados por el software y en la representación gráfica de datos, para garantizar un éxito en el desarrollo de la intervención pedagógica.

En la actualidad la representación esquemática de datos y presentación de información por medio de gráficas, es común para todos los ámbitos: sociales, económico, político, deportivo, educativo, entre otras; situación que vincula directamente el contexto educativo, porque es el órgano encargado de desarrollar estas competencias en los estudiantes. Se recomienda ilustrar adecuadamente el análisis de datos y su representación gráfica, específicamente la identificación de sus ejes y el área bajo la curva, para garantizar un buen desempeño en la interpretación y la argumentación de las mismas.

Se sugiere hacer partícipes a los estudiantes en la construcción de nuevas prácticas experimentales, pero diseñadas por ellos mismos donde habilidades como la curiosidad,

la creatividad y la productividad, favorecen el desarrollo de competencias y la formación integral.

Se les sugiere a los profesores de las ciencias naturales, mejorar sus prácticas educativas, implementando las NTIC en su labor docente, empleando los dispositivos móviles, sensores, software y aplicaciones de última generación para promover la motivación y excelentes procesos de enseñanza y aprendizaje en sus estudiantes.

A. Anexo: Módulo 0

Construcción de fotoc compuerta

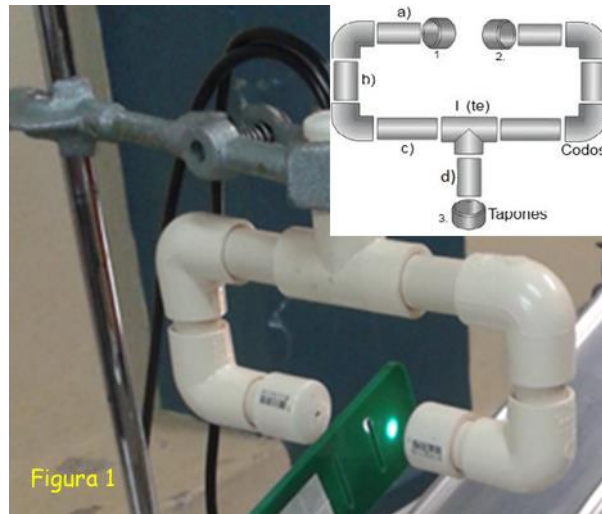
Institución educativa Alvernia

Tema: construcción de fotoc compuerta

Grado escolar: Décimo

Conceptos a trabajar:

- Instrumentos de medición de bajo costo
- Medición de tiempos.
- Registro de tiempos con alta precisión y exactitud
- Adaptador de sensores a dispositivos móviles



Tomado de Documento del curso Taller Experimental de la maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la universidad nacional de Colombia Sede Medellín. Autor Diego Luis Aristizábal Ramíres y otros.

En este manual se describen los pasos necesarios para la construcción de una fotoc compuerta de bajo costo que acoplada al dispositivo móvil por medio de la interface de audio y a través de la tarjeta de sonido que permitirá la medida de intervalos de tiempo con muy alta exactitud, precisión y con apreciación del orden de milisegundos y menores. Los materiales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1

Cantidad	Descripción	Costos
1	Tubo de 25 cm de $\frac{1}{2}$ " (media pulgada) para agua caliente (CPVC).	US\$ 0,40
4	Codos para tubería de $\frac{1}{2}$ " de CPVC.	US\$ 1,20
3	Tapones para tubería de $\frac{1}{2}$ " de CPVC.	US\$ 1,00
1	T (Te) para tubería de $\frac{1}{2}$ " de CPVC.	US\$ 0,50

1	Cable USB (Universal Serial Bus) macho de 1.5 m (la otra terminal puede ser cualquiera).	US\$ 1,50
1	LED (Light Emitting Diodes) blanco de chorro de 10 mm.	US\$ 0,20
1	Resistencia de 220 Ohms.	US\$ 0,01
1	Cable 1x1 con plug de audífono de 1.5 m a 2 m de largo.	US\$ 2,00
1	Fotoresistencia (LDR: Light Dependent Resistor) de 10 mm de diámetro.	US\$ 0,50
	Taladro y brocas de 5/16", 5/32" y 1/16".	
	Termoencogible de 2 y 5 mm o cinta aislante.	
	Silicona térmica.	
	Multímetro	
	Elementos para hacer soldaduras con estaño (Opcional).	

PROCEDIMIENTO

Armar la Carcasa o esqueleto

Tomar el trozo de tubería y cortarlo en (observar Figura 1): 2 segmentos de 3.5 cm - a-, 2 segmentos de 5.0 cm -b-, 2 segmentos de 6.0 cm -c- y 1 segmentos de 7.0 cm -d-.

Los tres tapones deben ser perforados en su centro con diferentes brocas. El tapón 1 será perforado con la broca 1/16", el tapón 2 con la broca de 5/32" y el tapón 3 con la broca 5/16".

Antes de continuar con el resto del procedimiento, es necesario pasar los cables a través del esqueleto. Para ello se toma el cable con el puerto USB macho y se corta la otra terminal. Éste se debe introducir a través del tapón 3, se pasa por la estructura y se saca por el brazo que tiene el tapón 2. Luego se toma el cable 1x1 y se corta uno de los dos extremos de éste y se pasa por la estructura desde el tapón 3 hasta sacarlo por el brazo del tapón 1.

EL LED Y SU ALIMENTACIÓN

·Como fuente de luz se usará un LED alimentado vía el puerto USB. Dentro del cable USB se encuentran 4 cables de menor diámetro. Con ayuda del multímetro (midiendo continuidad) se verifica qué cable corresponde a cada uno de los contactos USB, de los cuales sólo se usa el primero y el cuarto (Ver Figura 2. Alimentacion del led) para alimentar el LED (los contactos intermedios se usan en el protocolo de comunicación USB para transferencia de datos). Por

código de colores los cables de alimentación deberían ser negro para 0 V y rojo para 5 V, sin embargo, es muy común que los fabricantes no respeten éste código.

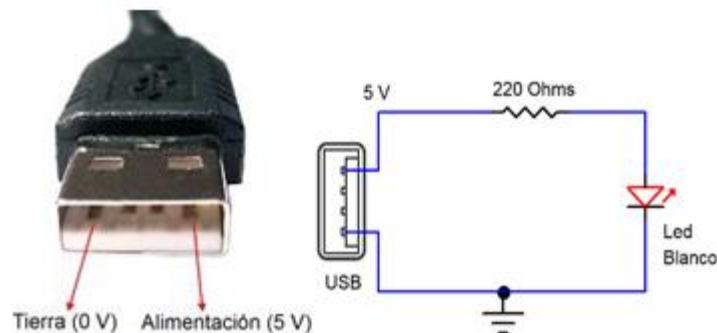


Figura 2: Alimentación del led

Siguiendo el circuito esquematizado en la Figura 2, se conecta la resistencia de 220 Ohms al cable correspondiente a 5 voltios (según la figura anterior) y el otro extremo a la "pata" más larga del LED. La otra "pata" del LED se conecta al cable correspondiente a la tierra del USB. Es importante verificar la polaridad del LED y que todas las conexiones estén bien: para esto basta con conectar el cable a un puerto USB o con un adaptador de 5v y verificar que el LED se enciende. Si no enciende, lo más probable es que el LED esté conectado al revés.

Se deben reforzar las conexiones con soldadura de estaño. También es necesario aislar los cables para evitar posibles cortos circuitos, esto se puede hacer con cinta aislante o también con termoencogibles (en cuyo caso se deberá introducir el cable dentro del termoencogible antes de hacer la soldadura).

Por último, se debe introducir el LED dentro de los tubos de la fotoc puerta de forma que éste se pueda observar desde afuera, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3: Led den carcaza

LA FOTORRESISTENCIA

Como detector se usará una fotorresistencia. Estas también son conocidas como LDR por sus siglas en inglés. Se caracterizan por la disminución de su resistencia cuando aumenta la intensidad de la luz que incide sobre ellas. Para conectarlas se usará el cable de audio 1x1 que previamente se cortó, dentro del cual se encuentran 3 cables de menor calibre. Es necesario utilizar el multímetro para saber a qué cable corresponde cada uno de los contactos del plug.

Como se observa en la Figura 4, los dos contactos del extremo del plug del cable 1x1 se deben poner en corto circuito (se deben unir), pero debe ponerse mucho cuidado de que sí sean los indicados (identifícalos con el multímetro en la función de continuidad).



Figura 4: Plug de cable estéreo

El resto del montaje es conectar los cables a la fotorresistencia siguiendo el esquema de la Figura 5 (soldar las uniones con estaño). Además deben protegerse los contactos para prevenir un corto circuito, ya sea con termoencogible o con cinta aislante.

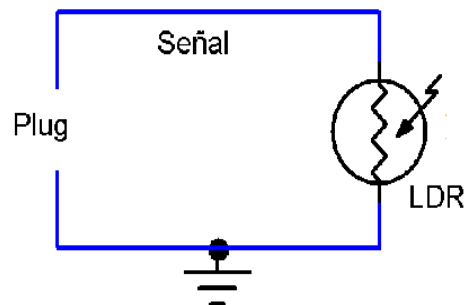


Figura 5: Circuito para la fotorresistencia

Si se quiere verificar que la fotorresistencia está bien conectada, se puede medir la resistencia entre los contactos del plug, tierra y cada uno de los otros dos. Cuando la fotorresistencia está totalmente a oscuras, la resistencia debe ser del orden de cientos de $k\Omega$ (kilo ohmios) o mayor y cuando está bien iluminada, la resistencia puede bajar hasta decenas de Ω (ohmios). Una vez verificada se introduce el cable sobrante y la fotorresistencia dentro de los tubos de la fotoc puerta, de igual forma que se hace con el LED (Ver Figura 6).



Figura 6: LDR en la carcasa

Al tener todas las piezas listas, se deben apretar todas las partes de tubería y poner el tapón **1** a la fotorresistencia, y el **2** al LED, de modo que se obtenga un producto final como el de la figura C1. Para comprobar que la fotocompuerta está funcionando correctamente se debe conectar a un puerto USB y a una entrada de micrófono habilitada para grabación. Usando un software de grabación de sonido (por ejemplo: el Sonoscopio de PhysicsSensor o Audacity, ambos de uso libre) debe observarse picos, formados debido a las interrupciones de la luz que del LED está llegando a la fotorresistencia. Interpretando el sonograma se puede hacer las lecturas de los intervalos de tiempo deseados. Es necesario anotar que el paquete PhysicsSensor se diseñó bajo el concepto de Instrumentación Virtual, es software de libre uso y es propiedad de la Universidad Nacional de Colombia.

B. Anexo: Módulo 1

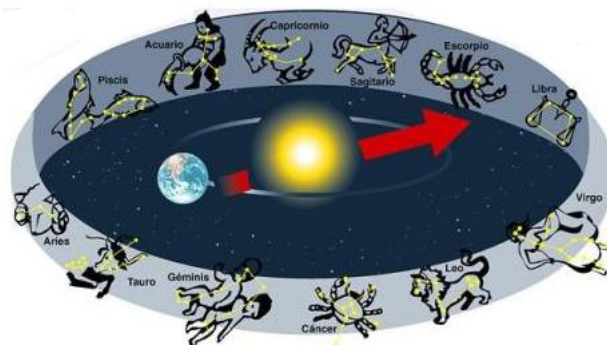
Motivación Institución educativa Alvernia

Tema: Cinemática

Grado escolar: Décimo

Conceptos a trabajar:

- Movimiento relativo
- Movimiento uniforme
- Velocidad
- aceleración
- Elaboración de gráficos



<http://animacionesastronomicas.bligoo.es/profile/view/1233472/celena84.html>

Objetivo general
Motivar a los estudiantes para que adquieran interés y curiosidad por algunos fenómenos naturales que la física como ciencia ha estudiado a través del tiempo.
Objetivos específicos
✓ Presentar actividades experimentales para estimular el estudio de los fenómenos naturales
✓ Cautivar la atención de los estudiantes para desarrollar con agrado las actividades experimentales
✓ Incorporar las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) como elemento de enseñanza las prácticas pedagógicas en el área de la física.

Introducción

En la historia de la humanidad el hombre siempre se ha preocupado por dar respuesta a todo lo que se percibe en su entorno a través de los sentidos, inicialmente por lo primero que se preguntó fue por lo que no podía entender, tocar o comprender, como lo fueron los cuerpos celestes, las luces que iluminaban la noche, particularmente ¿cómo?, ¿por qué?, ¿cuándo? y ¿para dónde? se movían estos entes destellantes de luz.

En este módulo se pretende brindar una motivación para que los estudiantes se inquieten por conocer diferentes fenómenos físicos, especialmente por el movimiento de los cuerpos, enfoque principal de este trabajo.

Actividad 1: Movimiento relativo

El siguiente experimento permite estudiar un movimiento desde dos puntos de vista, el de un observador en reposo y el de observador en movimiento: la trayectoria que sigue una esfera lanzada hacia arriba por una persona en movimiento, como se observa en la Figura 1.

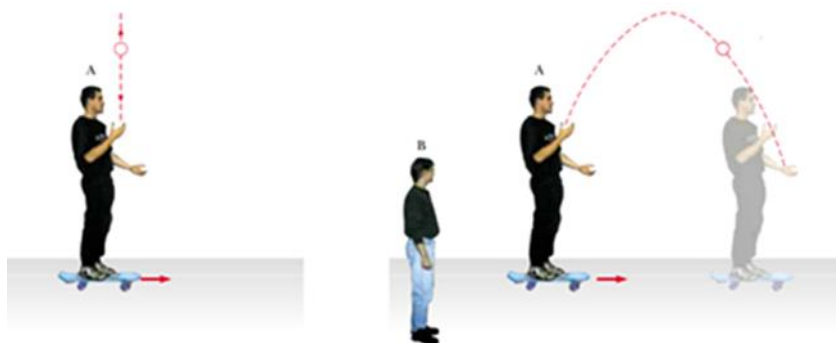


Figura 1

Esta actividad experimental se puede realizar con los estudiantes utilizando materiales de la vida cotidiana y realizando una plenaria donde se posibilite una participación activa, con materiales como una esfera de goma, un monopatín y una cámara de video

Cuando se realiza el experimento de la Figura 1, se observa que el joven, lanza la pelota hacia arriba, se mueve con velocidad constante cierta distancia hacia la derecha y después de un tiempo muy corto la pelota vuelve a caer en sus manos. Grabar con una cámara de video los dos eventos, desde el observador A y luego desde el observador B, reproducir el video y responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál de los dos observadores A y B es el que percibe el movimiento real de la pelota?
- ¿Cómo sería la trayectoria si el joven no estuviera en el monopatín?
- ¿Qué entiendes por sistema de referencia inercial?
- ¿Cómo se relacionan las observaciones hechas por dos observadores diferentes en sistemas de referencia distintos?

El movimiento relativo enunciado por Galileo, permite estudiar el movimiento de una partícula respecto a dos sistemas de referencia distintos, en donde uno de ellos se mueve con velocidad constante respecto al otro que está en reposo. De este modo se establece que la percepción y la medida de las magnitudes físicas varían en función al sistema de referencia escogido.

Para profundizar se propone observar el video del programa de televisión "No tan obvio" del canal National Geographic Channel, en el minuto 6:30 de youtube. En éste se plantea una pregunta sobre la posición final de la pelota después de ser lanzada dentro de un auto en movimiento y se proponen varias soluciones elige una:

- A. Detrás del auto
- B. Dentro del auto
- C. Delante del auto
- D. . Dentro del aro



Figura 2

https://www.youtube.com/watch?v=kHx3Zw_jMrU.

Si aún se desea ampliar un poco más, se plantea investigar un poco sobre la dilatación del tiempo, relacionado directamente con la teoría de la relatividad especial de Albert Einstein, Figura 3 y 4.

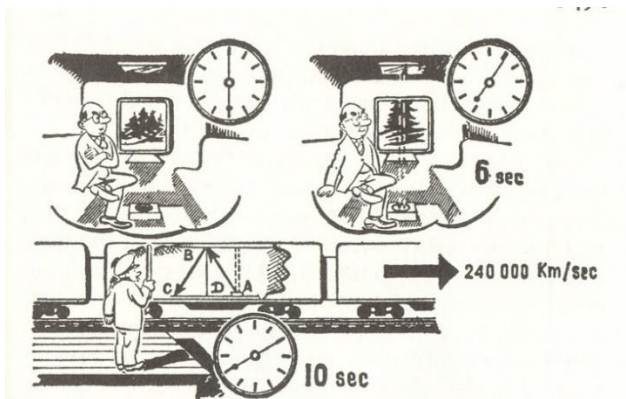


Figura 3



Figura 4

Actividad 2: Presentación reseñan histórica de la física

Esta actividad es una breve introducción a la física, se plantea por medio de una presentación para ilustrar algunas generalidades de esta área a través de la historia, con el objetivo de iniciar a los estudiantes en esta rama del saber; también busca que se formen o fortalezcan algunos conocimientos previos, además de mostrar un panorama de todas las contribuciones y aportes significativos que esta ciencia ha brindado al avance científico y tecnológico de la humanidad.

Se divide en física antigua, física clásica, física moderna y física contemporánea. Posee una buen número de imágenes, con el fin de captar la atención y posibilitar una plenaria durante la exposición, para generar inquietudes y una discusión sobre las curiosidades de la física, cuenta con los retratos de los mayores exponente de la física a través de los tiempos y con imágenes de algunos experimentos interesantes.

Esta presentación se comparte y se puede descargar en el siguiente link:

<https://drive.google.com/file/d/0B1cFVgJDped4Tk5PYjB6RThoMUk/view?usp=sharing>



Figura 5

Actividad 3: Simulador SimulPhysics

Una simulación es modelo computacional que permite duplicar y experimentar situaciones de la vida real en condiciones controladas. Es utilizada con mucha frecuencia en el ámbito educativo, particularmente en el área de la física se emplea para recrear fenómenos naturales, sistemas de cuerpos, ilustrar procesos o procedimientos, en los cuales se pueden comprender diferentes conceptos experimentalmente, además facilita la realización de proyectos y tareas, posibilitando una mejor asimilación y comprensión.

SimulPhysics es un simulador creado en la universidad Nacional de Colombia, por el maestro MSc. Diego Luis Aristizabal Ramírez, es una aplicación que permite desplegar diferentes simulaciones para la enseñanza de las ciencias naturales y especialmente en el campo de la física, en ésta simulación se pueden encontrar un conjunto de pestañas desplegables compuestas por algunas aplicaciones que serán de gran ayuda en este módulo de motivación. Este software se puede obtener gratuitamente en el siguiente link:

<http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/index.php/software-hardware/simulphysics>

En este módulo se ejecutaron las simulaciones correspondientes a la cinemática rectilínea, Figura 6 y Figura 7.

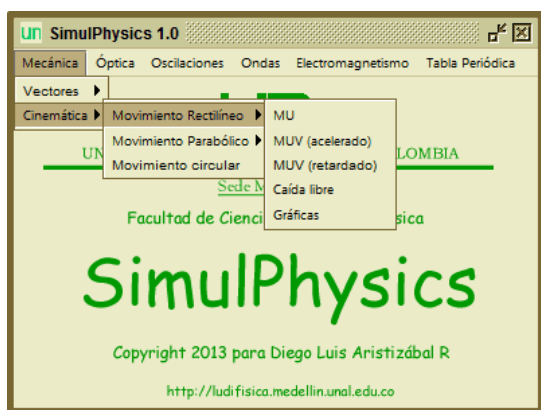


Figura 6

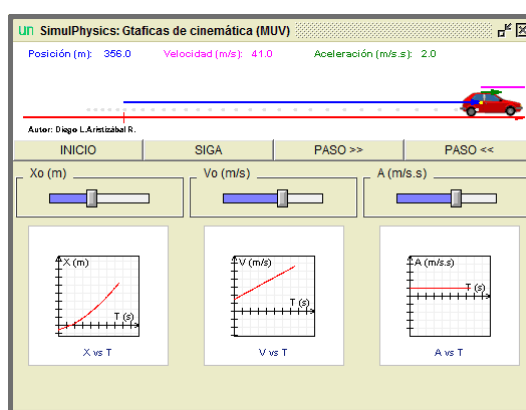


Figura 7

Al respecto se hicieron preguntas del siguiente tipo:

- ✓ ¿Qué es un movimiento con velocidad constante?
- ✓ ¿Cuál es el valor de la aceleración cuando es un movimiento con velocidad constante?
- ✓ ¿En un movimiento acelerado la velocidad es constante?
- ✓ ¿Un móvil en un movimiento uniforme recorre iguales distancias en iguales intervalos de tiempo?
- ✓ ¿Un móvil con aceleración cero se mueve con velocidad variable?
- ✓ ¿Cuándo la aceleración tiene un valor negativo, el móvil se mueve cada vez más rápido?

Se advierte a los estudiantes:

"Las simulaciones **NUNCA** podrán reemplazar la felicidad de tocar los objetos. La **PRIORIDAD** debe ser medir bien en condiciones "REALES" de laboratorio con objetos también "REALES". Las simulaciones son herramientas poderosas para el aprendizaje, **PERO SOLO ESO Y NADA MÁS.**"

Actividad 4: Concurso de preguntas y respuesta**Formato "Quien quiere ser millonario"**

Es un programa concurso que plantea una serie de preguntas de selección múltiple de única respuesta con dificultad ascendente, en la televisión ofrece grandes regalos monetarios, en la clase se puede brindar una bonificación o mejora continua.

Se propone en este módulo, para cambiar las clases tradicionales y salir de la monotonía, de una forma creativa y recreativa, vincular a los estudiantes en una actividad divertida y con un excelente formato.

Es una presentación de Power Point que posee todo el formato del programa concurso, con ayudas, sonido e imágenes que propician gran similitud con el original, lo interesante es que se pueden modificar las preguntas y a las respuesta para promover variedad e interés.

Descarga esta presentación de la dirección:

<https://drive.google.com/file/d/0B1cFVgJDped4c2dzZVBqZzRIQnc/view?usp=sharing>



Figura 8

C. Anexo: Módulo 2

Conceptos básicos de cinemática

Institución educativa Alvernia

Tema: Cinemática

Grado escolar: Décimo

Conceptos a trabajar:

- Conceptos básicos
- Movimiento rectilíneos especiales
- Velocidad
- aceleración
- Elaboración de gráficos



Este módulo es el desarrollado para el curso Enseñanza de la Física: Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín con autoría del profesor Diego Luis Aristizábal Ramírez.

Objetivo general
Analizar y explicar el movimiento rectilíneo de los cuerpos a partir de sus elementos fundamentales como posición, trayectoria, desplazamiento, velocidad, aceleración.
Objetivos específicos
✓ Identificar conceptos básicos de la cinemática para estudiar el movimiento de los cuerpos.
✓ Describir el movimiento de un móvil cuando se mueve en línea recta con movimiento uniforme o acelerado.
✓ Elaborar e interpretar el movimiento rectilíneo de los cuerpos a partir del análisis gráfico.
Temas
✓ Introducción
✓ Conceptos básicos de la cinemática: cinemática del movimiento rectilíneo
✓ Fundamentos del análisis gráfico
✓ Gráficas de movimientos especiales.
✓ Ecuaciones básicas de los movimientos rectilíneos especiales
✓ Experimentos simulados sobre el MUV
"Caída libre"

Introducción

La cinemática es la descripción matemática del movimiento y en ella no se estudian las causas que lo "producen" (las fuerzas).

Hay movimientos de diversos tipos, tales como: movimiento de cuerpos rígidos (por ejemplo, un trompo girando o una esfera rodando), vibraciones en los cuerpos deformables (por ejemplo, las ondas sonoras), movimiento de los fluidos (hidrodinámica). La cinemática más simple es la de la partícula en movimiento rectilíneo, que es la base de todos los movimientos por complejos que sean.

Los conceptos básicos de la cinemática son: marco de referencia, sistema de coordenadas, trayectoria, posición, desplazamiento, longitud recorrida, velocidad, aceleración.

En este módulo se realiza el estudio de la cinemática rectilínea mediante análisis gráfico para el caso de dos movimientos especiales:

- Movimiento rectilíneo con velocidad constante, denominado **Movimiento Uniforme**, MU.
- Movimiento rectilíneo con aceleración constante, denominado **Movimiento Uniformemente Variado**, MUV. En este se hará énfasis en el movimiento de caída bajo la acción sólo de la fuerza de gravedad, denominado "caída libre".

Conceptos básicos de la cinemática: cinemática del movimiento rectilíneo

Marco de referencia

Es un cuerpo rígido respecto al cual se puede determinar la posición o el cambio de posición de un objeto cuyo movimiento quiere estudiarse. Este no necesariamente debe ser inercial.

El movimiento es esencialmente relativo: un cuerpo puede estar en reposo respecto a un marco de referencia y moverse bien sea con velocidad constante o con aceleración respecto a otros marcos de referencia.

Un marco de referencia comprende también los relojes que permiten medir los intervalos de tiempo. El tiempo en la mecánica newtoniana es absoluto, pero en la mecánica einsteniana es relativo. En este curso los objetos tienen velocidades bajas comparadas con la velocidad de la luz, por lo que se aplicará la mecánica newtoniana.

Sistema de coordenadas

Es un conjunto de una o más variables, denominadas coordenadas, que permiten la ubicación de la partícula respecto a un marco de referencia. Tanto el marco de referencia como el sistema de coordenadas pueden ser elegidos entre varios, predominando en su elección que permitan la mayor simplicidad posible del análisis físico-matemático de la situación a estudiar: por ejemplo son base para su elección las simetrías.

Para el movimiento rectilíneo el sistema de coordenadas puede ser estar simplemente compuesto por un eje, Figura 1.

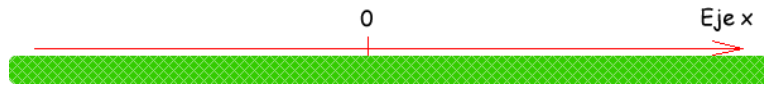


Figura 1: El piso (marco de referencia). El eje x (sistema de coordenados)

Trayectoria

Es la línea imaginaria que deja la partícula en su recorrido.

Los movimientos de una partícula se suelen clasificar con base en su trayectoria: movimiento rectilíneo, movimiento circular, movimiento parabólico, movimiento curvilíneo, etc.

Como se dijo atrás, este módulo tratará del movimiento rectilíneo.

Posición

Dado un sistema de coordenadas la ubicación de la partícula queda definida por un vector posición, \vec{x} , Figura 2. Por ser el movimiento rectilíneo en este módulo se economizará la notación vectorial, por ejemplo, en lugar de \vec{x} se colocará x .

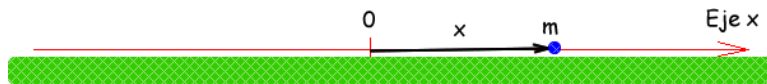


Figura 2: Posición x de la partícula m

En el SI la posición se mide en m.

Desplazamiento

Es el cambio en la posición de la partícula, Δx , Figura 3. En esta Figura la partícula en un instante dado t se encontraba en la posición P_1 y luego, transcurrido un intervalo de tiempo Δt , se encuentra en la posición P_2 y por lo tanto el desplazamiento en ese intervalo de tiempo es,

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad [1]$$

En el SI la posición se mide en m.

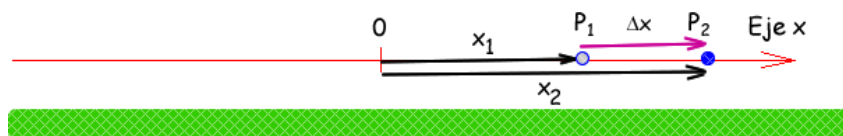


Figura 3: Desplazamiento Δx

Longitud recorrida

Distancia neta recorrida por la partícula. Aquí es necesario aclarar que si la partícula se regresa por la misma trayectoria debe continuarse sumando a la longitud que se va recorriendo. Es una cantidad escalar y en el SI se mide en m.

Velocidad

Al desplazamiento dividido por el intervalo de tiempo empleado para realizarlo se le denomina velocidad media de la partícula, V_m ,

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad [2]$$

Es una magnitud vectorial y en el SI se mide en $m.s^{-1}$.

Si el intervalo de tiempo Δt es muy pequeño la velocidad se denomina velocidad instantánea, V .

Aceleración

Al cambio en la velocidad instantánea dividido por el intervalo de tiempo empleado para realizarlo se le denomina aceleración media de la partícula, a_m ,

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad [3]$$

Es una magnitud vectorial y en el SI se mide en $m.s^{-2}$. Este vector tiene la misma dirección y sentido del cambio de velocidad, $\Delta \vec{V}$.

Si el intervalo de tiempo Δt es muy pequeño la aceleración se denomina aceleración instantánea, a .

Observación:

Se insiste que aunque la posición, la velocidad y la aceleración son magnitudes vectoriales, en el movimiento rectilíneo se puede simplificar su notación ya que la dirección de estos vectores es conocida, es decir, se escribirá:

- x en lugar de \vec{x} .
- V en lugar de \vec{V} .
- a en lugar de \vec{a} .

Fundamentos del análisis gráfico

Pendiente de gráfica

Según la ecuación [2], el cálculo de la **pendiente** en la gráfica x vs t (Posición vs Tiempo) da información sobre la velocidad del móvil, Figura 4.

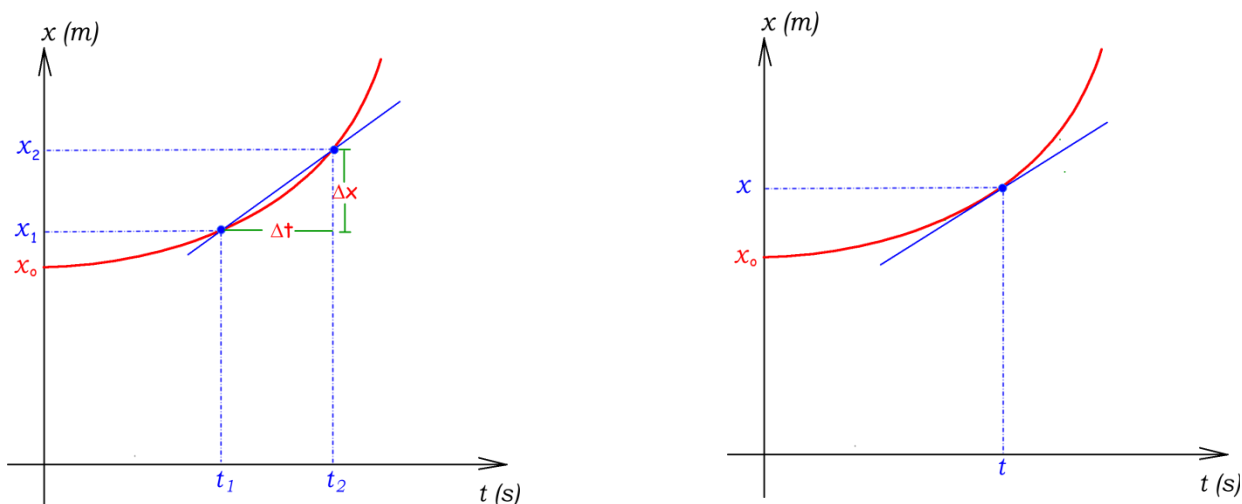


Figura 4: La pendiente de la recta secante a la gráfica x vs t corresponde a la velocidad media (izquierda). La pendiente de la recta tangente en el instante t a la gráfica x vs t corresponde al valor de la velocidad instantánea del móvil en ese instante (derecha).

Un análisis de unidades ayuda en la interpretación. Observar que la pendiente de esta curva tiene las siguientes unidades,

$$(\text{Unidades del eje } x) / (\text{Unidades del eje } t) = \text{m/s}$$

que corresponde a unidades de velocidad.

Según la ecuación [3], el cálculo de la **pendiente** en la gráfica V vs t (Velocidad vs Tiempo) da información sobre la aceleración del móvil, Figura 5.

Un análisis de unidades ayuda en la interpretación. Observar que la pendiente de esta curva tiene las siguientes unidades,

$$(\text{Unidades del eje } V) / (\text{Unidades del eje } t) = \text{m.s}^{-1}/\text{s} = \text{m.s}^{-2}$$

que corresponde a las unidades de aceleración.

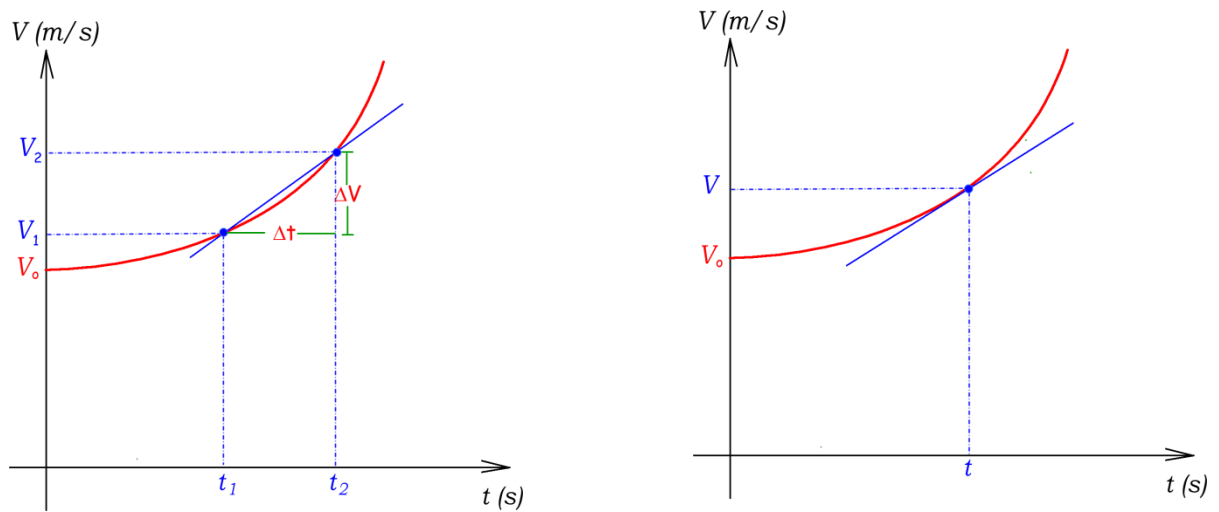


Figura 5: La pendiente de la recta secante a la gráfica V vs t corresponde a la aceleración media (izquierda). La pendiente de la recta tangente en el instante t a la gráfica V vs t corresponde al valor de la aceleración instantánea del móvil en ese instante (derecha).

Área de la gráfica

De la ecuación [2] se obtiene,

$$\Delta x = V_m \Delta t \quad [4]$$

Según la ecuación [4], el cálculo del área bajo la curva de la gráfica V vs t (Velocidad vs Tiempo) da información sobre el desplazamiento del móvil, Figura 6.

Un análisis de unidades ayuda en la interpretación. Observar que el área bajo esta curva tiene las siguientes unidades,

$$(\text{Unidades del eje } V) \times (\text{Unidades del eje } t) = \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \times \text{s} = \text{m}$$

que corresponde a las unidades de posición, desplazamiento o longitud recorrida. Sin embargo, es claro que la interpretación corresponde es al desplazamiento (observar ecuación [4]).

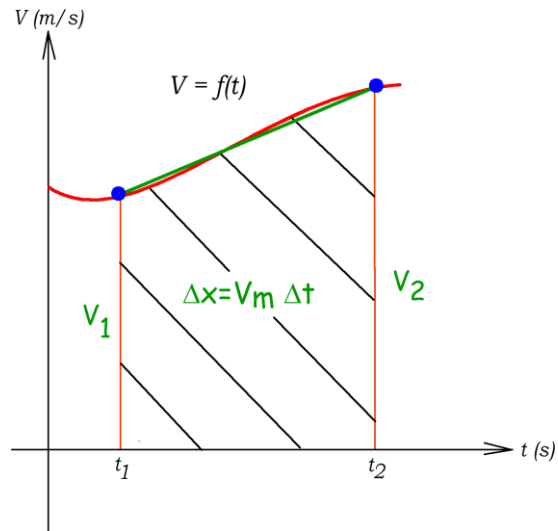


Figura 6: El área bajo la curva de la gráfica **V vs t** en el intervalo de tiempo Δt corresponde al desplazamiento del móvil en ese intervalo. Observar que para la situación ilustrada es aproximadamente igual al área del trapecio.

De la ecuación [3] se obtiene,

$$\Delta V = a_m \Delta t \quad [5]$$

en donde a_m corresponde a la aceleración media del móvil.

Según la ecuación [5], el cálculo del área bajo la curva de la gráfica **a vs t** (Aceleración vs Tiempo) da información sobre el cambio de velocidad del móvil, Figura 7.

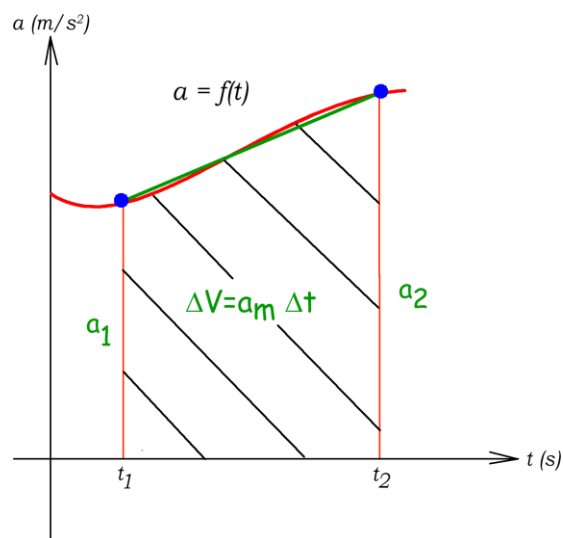


Figura 7: El área bajo la curva de la gráfica **a vs t** en el intervalo de tiempo Δt corresponde al cambio de velocidad del móvil en ese intervalo

Un análisis de unidades ayuda en la interpretación. Observar que el área bajo esta curva tiene las siguientes unidades,

$$(\text{Unidades del eje } a) \times (\text{unidades del eje } t) = \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \times \text{s} = \text{m/s}$$

que corresponde a las unidades de velocidad o cambio de velocidad. Sin embargo es claro que la interpretación corresponde es al cambio de velocidad (observar ecuación [5]).

Gráficas de movimientos especiales

Movimiento rectilíneo uniforme (MU): Velocidad constante, aceleración nula.

Movimiento rectilíneo uniformemente variado (MUV): Velocidad variable, aceleración constante.

En la Tabla 1 se ilustran dos situaciones diferentes para el MU. Se asume que el eje coordenado es X, Figura 8.

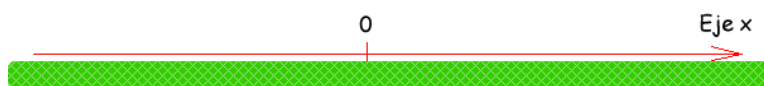


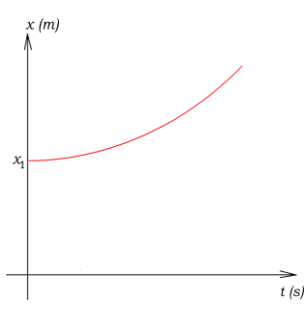
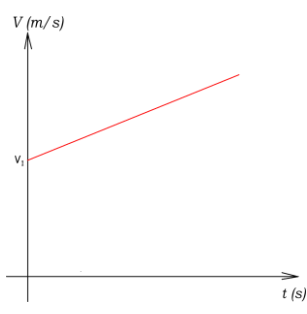
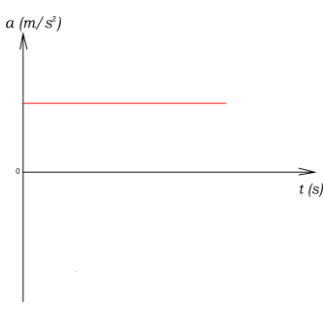
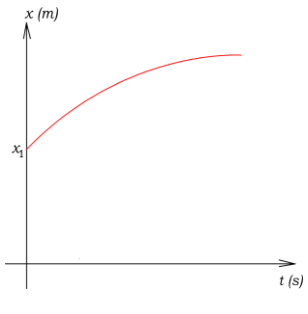
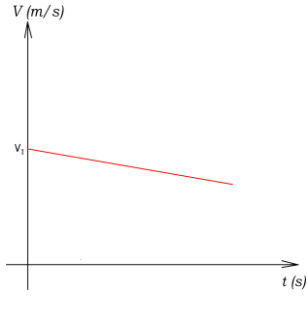
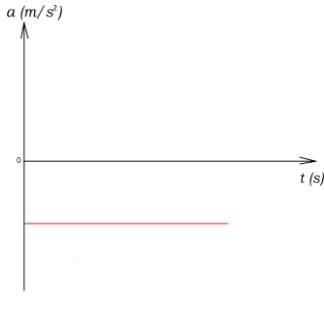
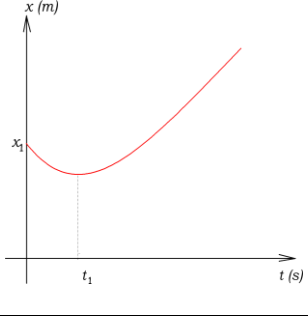
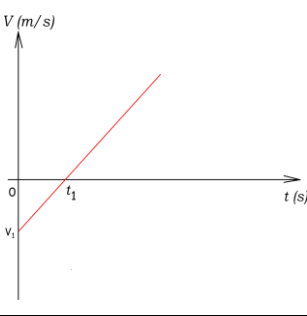
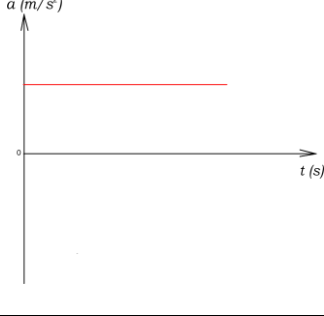
Figura 8: Eje de coordenadas

Tabla 1

TIPO DE MOVIMIENTO	x VS t	V VS t	a vs t
MU (velocidad constante)			
	Velocidad constante en el sentido positivo de las X		
	Velocidad constante en el sentido negativo de las X		

En la Tabla 2 se ilustran tres diferentes situaciones para el MUV. Se asume que el eje coordenado es X, Figura 8.

Tabla 2

MUV (aceleración constante)			
Velocidad en el sentido de la aceleración (MUVA) y ambos en el sentido positivo de las X. La aceleración es constante (positiva).			
UV (aceleración constante)			
	Velocidad en sentido contrario de la aceleración (MUVR) y disminuye. La aceleración está en el sentido negativo de las X y es constante (negativa)		
			
Este MUV inicia desde una posición inicial igual a cero, con velocidad inicial negativa (apuntando en el sentido negativo del eje X) y aceleración positiva (apuntando en el sentido positivo del eje X). El movimiento inicia retardado (MUVR) hasta que el móvil llega a tener velocidad cero y luego continúa acelerado (MUVA) aumentando su velocidad continuamente			

Simulación:

Bajar **SimulPhysics** del sitio Web:

<http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/index.php/software-hardware/simulphysics>

Analizar la simulación de **SimulPhysics** correspondiente a Gráficas de cinemática del movimiento rectilíneo. Para acceder a ella hacer clic con el mouse en el ítem señalado en la Figuras 9. Se despliega la simulación de la Figura 10. En ésta hacer las variaciones permitidas y observar detenidamente los resultados.

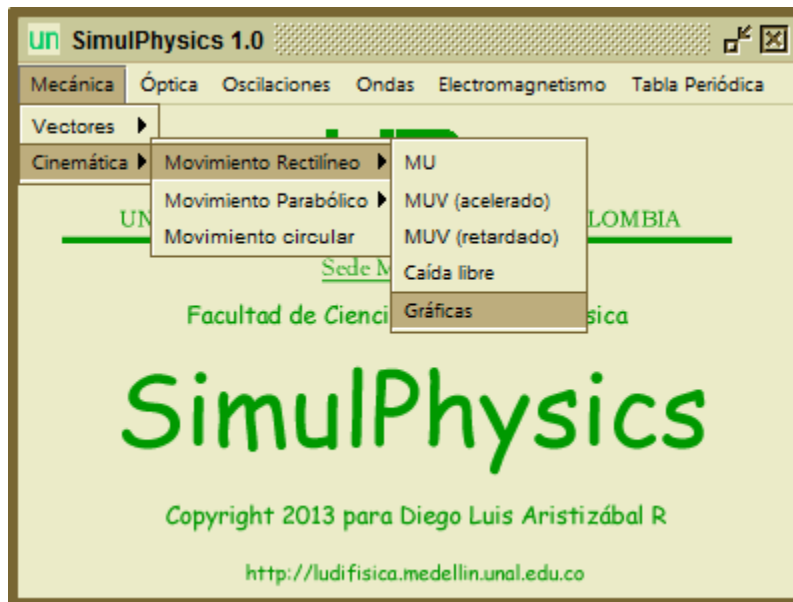


Figura 9

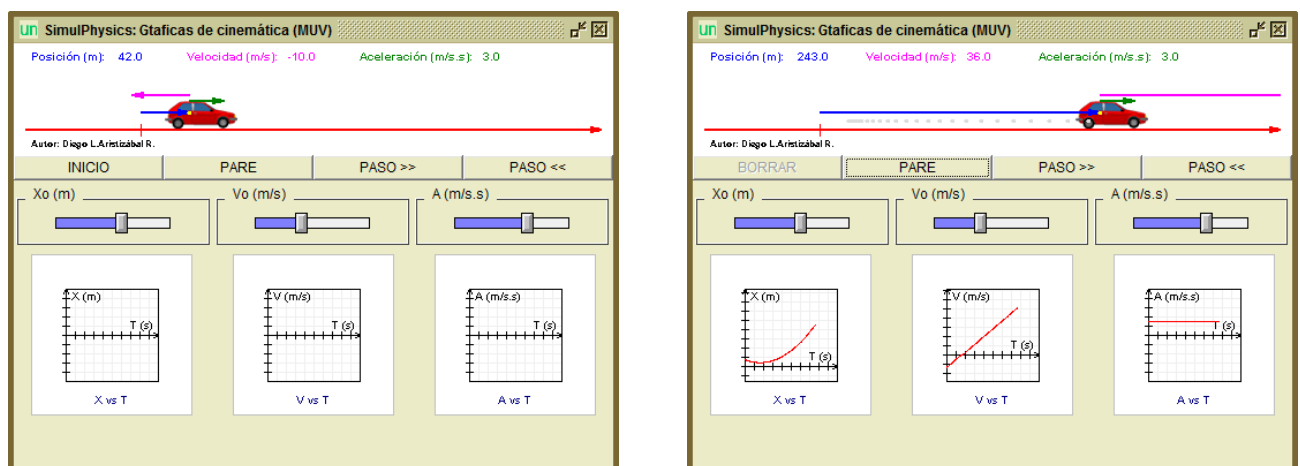


Figura 10: Condición inicial (izquierda). En un instante t (derecha)

Esta simulación ayuda a reforzar a los estudiantes el reconocimiento de las gráficas de cinemática para el movimiento rectilíneo. En esta actividad el estudiante debe analizar los siguientes conceptos:

- Marco de referencia.
- Sistema de coordenadas.
- Condiciones iniciales.
- Descripción verbal de la gráfica, por ejemplo: ... el auto arranca desde la posición $x=42,0$ m con velocidad igual a $-10,0$ m/s (apunta en sentido negativo) y con aceleración constante $3,0$ m/s² (apunta en el sentido positivo). El auto comienza con MUV retardado (en el sentido negativo) y finaliza con MUV acelerado (en el sentido positivo).

Ecuaciones básicas de los movimientos rectilíneos especiales

En la Figura 11 se ilustra un resumen de la cinemática rectilínea. Definido un marco de referencia (por ejemplo el piso) y anclando a este el sistema de coordenadas de la Figura 12, si el móvil se desplaza con **aceleración constante** (MUV) y en el sentido positivo del eje coordenado, se tiene que,

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (2)$$

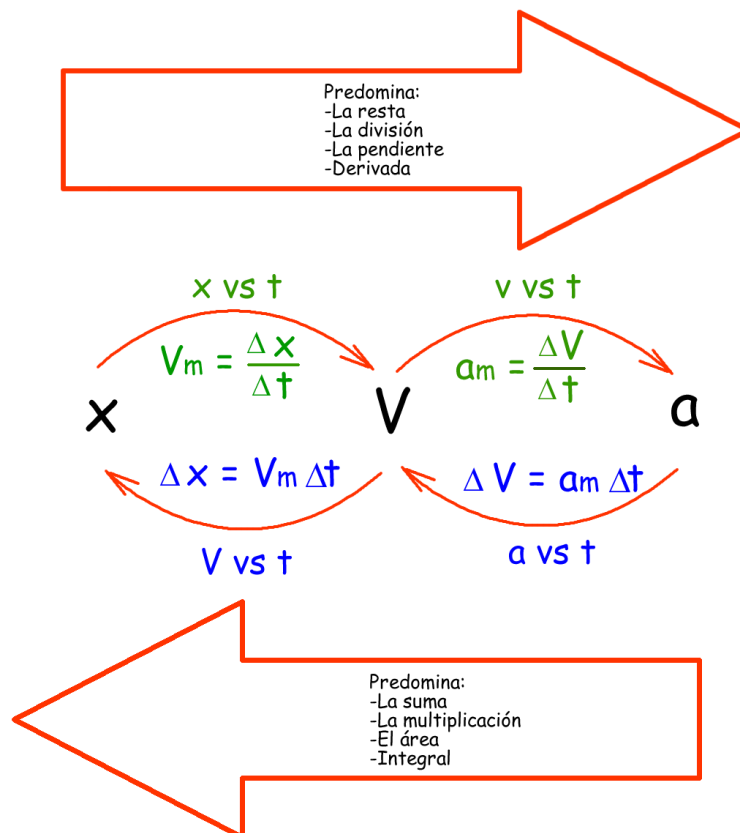


Figura 11

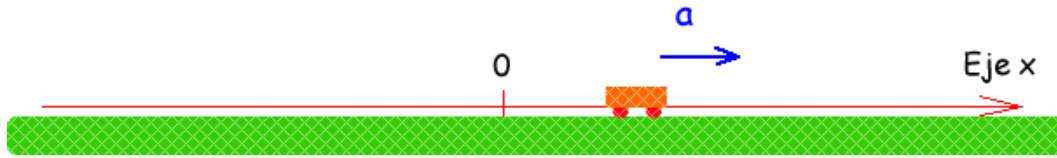


Figura 12

De las ecuaciones (1) y (2) se obtienen adicionalmente,

$$\Delta x = V_m \Delta t \quad (3)$$

$$\Delta V = a \Delta t \quad (4)$$

Observar que como la aceleración es constante se escribió a en lugar de a_m .

Las gráficas correspondientes se ilustran en la Tabla 3 y permiten resolver las ecuaciones anteriores.

Tabla 3

<p>Velocidad en el sentido de la aceleración (MUVA) y ambos en el sentido positivo de las X. La aceleración es constante (positiva).</p>		

Resolviendo la ecuación (3)

$$\Delta x = V_m \Delta t \quad (3)$$

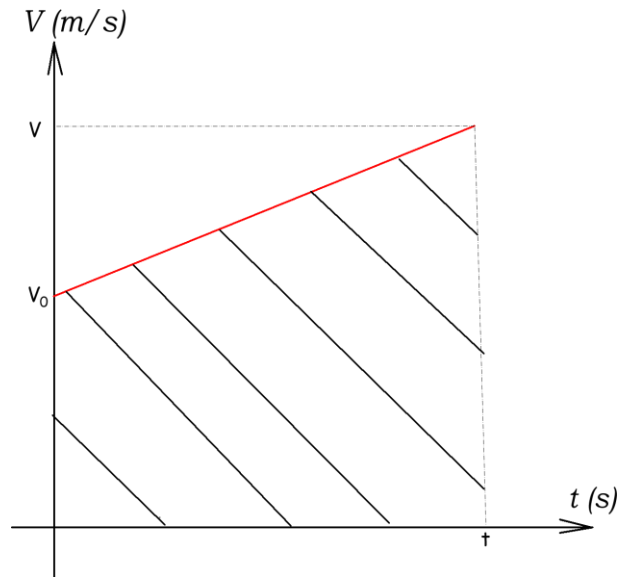


Figura 13

El área bajo la recta de la Figura 13, área de un trapecio, corresponde al desplazamiento del móvil,

$$\Delta x = V_m \Delta t = \left(\frac{V + V_0}{2} \right) (t) \quad (4)$$

La ecuación de la recta de la Figura 13 es,

$$V = V_0 + a t \quad [6]$$

Combinando las ecuaciones (4) y [6] se obtiene,

$$\Delta x = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

es decir,

$$x - x_0 = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$x = x_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad [7]$$

Que corresponde a la gráfica de la Figura 14,

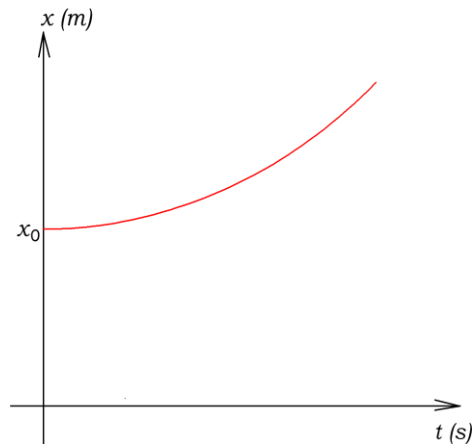


Figura 14

Adicionalmente, combinando las ecuaciones [6] y [7] se obtiene,

$$V^2 = V_0^2 + 2a (x - x_0) \quad [8]$$

Resumiendo, las ecuaciones básicas para el MUV son,

$$V = V_0 + a t \quad [6]$$

$$x = x_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad [7]$$

$$V^2 = V_0^2 + 2a (x - x_0) \quad [8]$$

Si el movimiento rectilíneo es con velocidad constante, MU, las expresiones anteriores se reducen a una sola,

$$x = x_0 + V t \quad [9]$$

Experimentos simulados sobre el MUV

Una de las herramientas que se pueden usar para que los estudiantes se entrenen antes de realizar un laboratorio son los "laboratorios simulados". Por ejemplo, antes del laboratorio de "MUV" se puede dejar de tarea a los estudiantes que se entrenen con el laboratorio simulado sobre este tema que es parte de **SimulPhysics**. Para acceder a éste se hace clic en el ítem MUV (acelerado) ilustrado en la Figura 5: se desplegará la ventana de la Figura 16. Al ejecutar la aplicación se observa que el bloque se desplazará tal como se ilustra en las Figura 17.

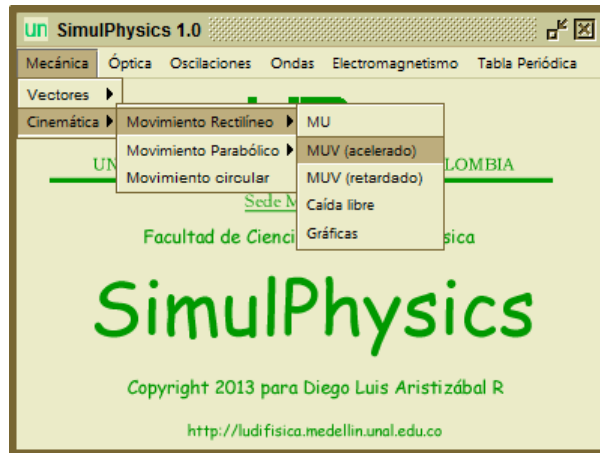


Figura 15

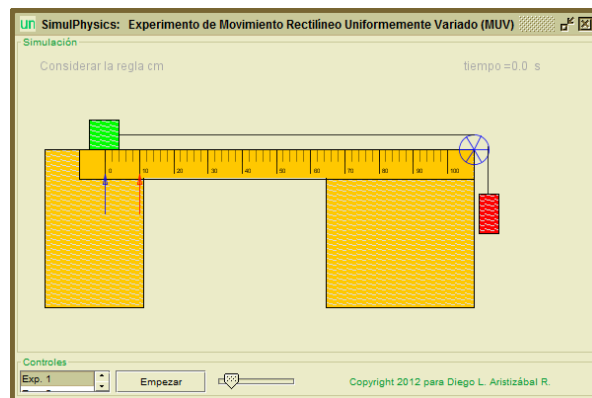


Figura 16

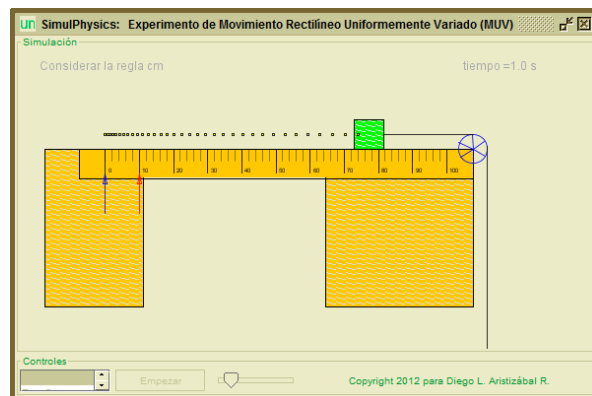


Figura 17

Una vez el estudiante defina el marco de referencia y el sistema de coordenadas, con base en la simulación, elaborará una tabla de datos de posición contra tiempo (x vs t). Luego procederá a realizar una regresión cuadrática (por ejemplo, empleando **PhysicsSensor**) y de aquí deducirá la aceleración del móvil.

Sería interesante que estudiante repitiera esta actividad pero con la simulación para MUV (retardado).

"Caída libre"

Se dice que un cuerpo se encuentra en "caída libre" cuando es lanzado verticalmente (o soltado) y solo se tiene en cuenta la acción de la fuerza de gravedad (se desprecia la fuerza de fricción y la fuerza arquimédiana o también denominada empuje). En este caso la aceleración es igual a la gravedad g ($9,80 \text{ m/s}^2$).

Al ser un movimiento vertical lo usual será tomar como sistema de coordenadas al eje Y . Las ecuaciones [2], [3], [4] y [5] toman la forma,

$$V_m = \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad [2A]$$

$$g = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad [3A]$$

$$\Delta y = V_m \Delta t \quad [4A]$$

$$\Delta V = g \Delta t \quad [5A]$$

Tomando como marco de referencia el piso y como sistema de coordenadas el ilustrado en la Figura 18 se obtiene las gráficas de la Tabla 4 para un cuerpo en caída libre soltado desde el reposo.

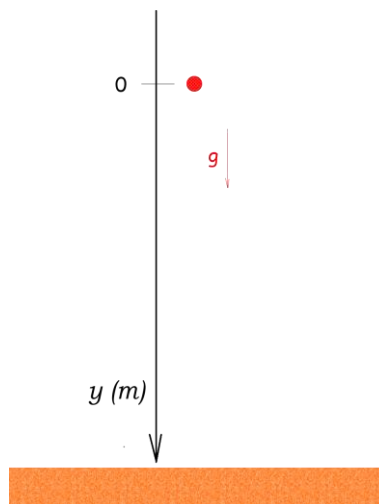
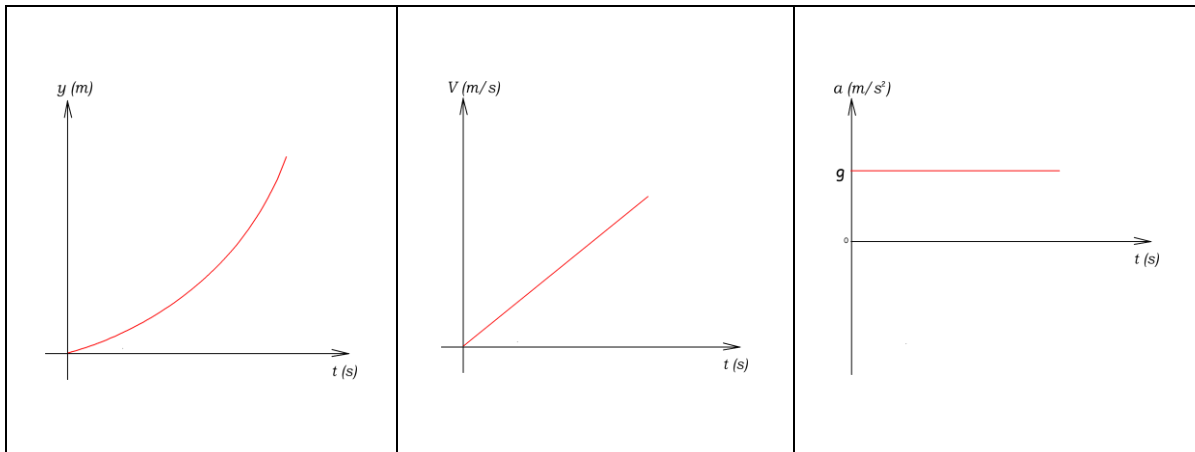


Figura 18

Tabla 4



De la pendiente de la gráfica de V vs t, ecuación [3A], se deduce que:

$$g = \frac{V}{t}$$

$$V = g t \quad [10]$$

en donde V es la rapidez en cualquier instante t.

Del área bajo la curva de gráfica de V vs t, ecuación [4A] se deduce que:

$$\Delta y = V_m \Delta t$$

$$y = \left(\frac{1}{2} V \right) (t)$$

Combinando esta ecuación con la [10] se obtiene,

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \quad [11]$$

En definitiva, simplemente la "caída libre" es un caso especial del MUV por lo que cumple las ecuaciones [6], [7] y [8],

$$V = V_0 + g t \quad [6A]$$

$$y = y_0 + V_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \quad [7A]$$

$$V^2 = V_0^2 + 2g (y - y_0) \quad [8A]$$

Siendo a la aceleración de la gravedad **g**. Los signos de los términos dependen exclusivamente del sistema de coordenadas elegido.

D. Anexo: Módulo 3

Construcción de interfaz Adaptador dispositivos móviles y sensores Institución educativa Alvernia

Tema: construcción adaptador

Grado escolar: Décimo

Conceptos a trabajar:

- Transformación del celular en un datalogger
- Construcción dispositivo
- Adaptador de salida y entrada de sonido



Tomado de Documento del curso Enseñanza de la Física: Mecánica de la maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la universidad nacional de Colombia Sede Medellín, con autoría del Ingeniero Físico Luis Londoño y otros.

Introducción

El ámbito educativo es un escenario que viene cambiando paulatinamente debido a la inmersión de las TIC, acompañada de los vertiginosos avances tecnológicos en comunicación inalámbrica y dispositivos móviles, estos cada vez más pequeños y eficientes, las nuevas generaciones de dispositivos se renuevan en tiempo record y brindan cada día mejores servicios a los usuarios de acuerdo a sus necesidades.

La educación debe aprovechar estos adelantos y promover nuevas estrategias de formación que impulsen a los estudiantes a ser más activos, creativos, con actitudes más positivas, más críticos y mayor protagonismo con respecto a su proceso de formación, el uso de los dispositivos móviles en la educación brinda una oportunidad potencialmente significativa para cumplir con estos propósitos.

Para el manejo del sonido y otras aplicaciones a través de **PhysicsSensor** con el celular es necesario construir un cable de conexión especial. Los materiales se describen en la Tabla 1 y en la Figura 1 se ilustran las fotos de los mismos.

Tabla 1

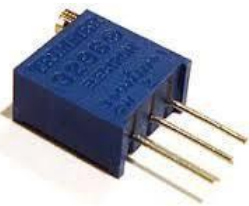
Cantidad	Descripción	Costo
2	Conector PCB Audio estéreo 3,5 mm hembra	US\$ 0,78
1	Cable triestereo o cable para manos-libres	US\$ 4,40
1	Potenciómetro de precisión (trimmer) de 20K Ω	US\$ 0,49
1	Placa de Circuito Universal	US\$ 0,50



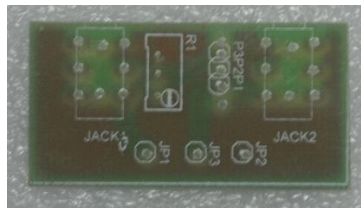
Conector PCB Audio



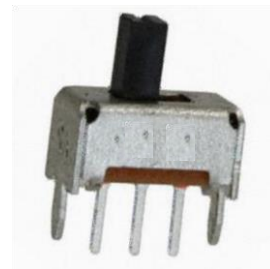
Cable para manos-libres



Potenciómetro de
precisión
(Trimmer)



Circuito impreso



Interruptor deslizable
SGB12 8.6 mm x 4.3 mm

Figura 1

Las funciones que cumple cada elemento de la tabla se explican a continuación:

- ✓ Los conectores PCB de audio permitirán la entrada y salida de señales al celular a través de otros dispositivos y equipos diseñados para interactuar con **PhysicsSensor**, estos pueden ser la fotocpuerta, el tubo de Kundt, el amplificador de señales, entre otros.
- ✓ El cable para manos libres es claramente el conducto para el intercambio de información (señales).
- ✓ La funcionalidad que el trimmer otorgará a la interfaz, será adaptar las características del equipo que se desea conectar, de forma que el procesador del teléfono celular pueda identificar qué tipo de dispositivo es.
- ✓ Los elementos del sistema deben disponerse de la forma que indica la imagen del circuito impreso mostrado en la Figura 2, siendo este el elemento de conexión que

brinda también el soporte físico necesario para la configuración de los componentes.

- ✓ Finalmente se encuentra el interruptor deslizante, el cual permite configurar uno de los conectores como canal de entrada o salida de señales.

En la imagen de la Figura 2 se presentan el diagrama eléctrico del circuito y el esquema de la impresión sobre placa, en el primero, los conectores JP1, JP2 y JP3 representan la entrada de las líneas del cable al circuito, mientras que los elementos P1, P2 y P3 corresponden a los pines de conexión del interruptor deslizante.

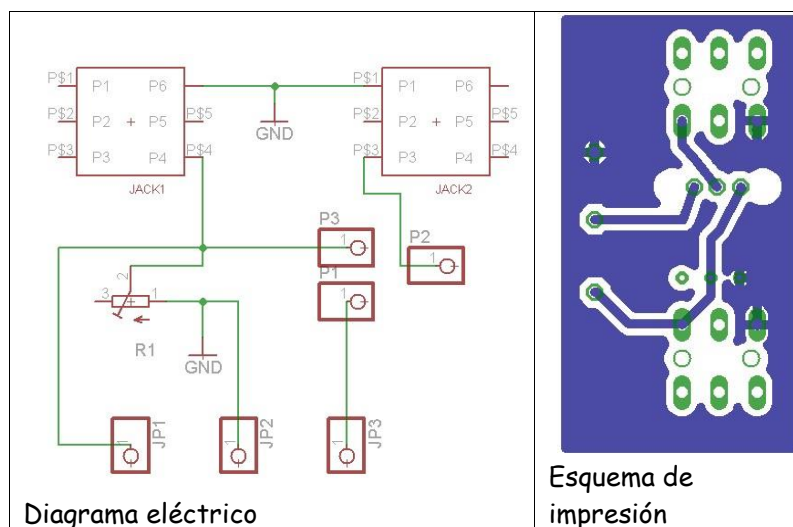


Figura 2: Esquema del circuito de la interfaz

Identificación de los sectores de conexión en el cable manos-libres

Los conectores Jack son empleados en la mayoría de los sistemas de transmisión y recepción de audio. En el caso de los teléfonos celulares, estos conectores constan de 4 regiones unidas a cada uno de los elementos que conforman un dispositivo manos-libres, como se muestra en la Figura 3, también hay la posibilidad de adquirir un cable denominado tri-stereo en el mercado de los accesorios de sonido, además se puede construir el cable obteniendo un plug y un cable de tres contactos.

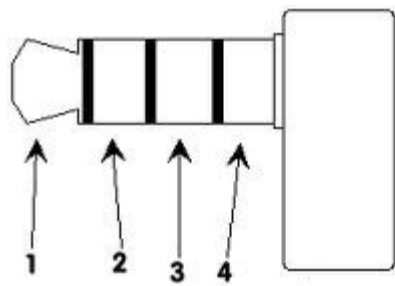


Figura 3

Las 4 regiones son del conector Jack: parlante derecho (1), parlante izquierdo (2), tierra (3) y micrófono (4). Para construir el cable se procede de la siguiente manera:

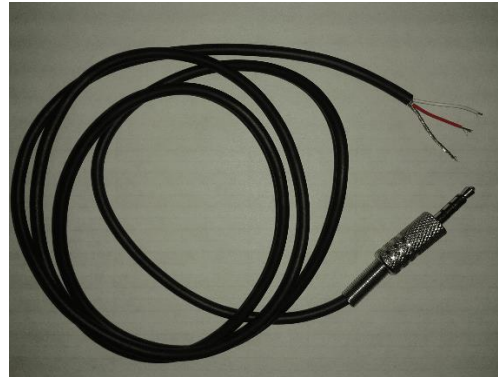
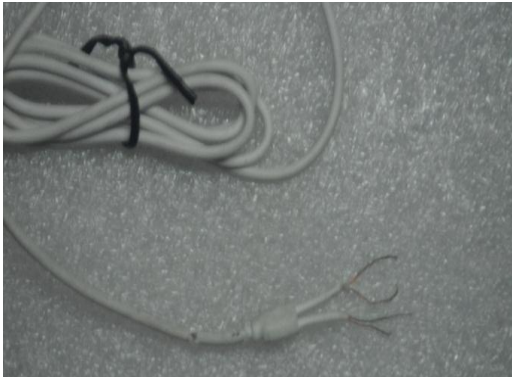


Figura 4: Bifurcación en el cable

- ✓ Recortar el cable del dispositivo manos libres en el extremo de los audífonos, luego de la bifurcación y antes del control de volumen, Figura 2.
- ✓ Identificar los cables correspondientes a cada uno de los segmentos. Para ello se utiliza un multímetro en modo de prueba para continuidad y se procede como se indica a continuación: Retirar el aislante de caucho hasta que sobresalgan los cables de conexión (aproximadamente 4 cm).
- ✓ Retirar el recubrimiento aislante de los cables, esto se realiza quemando las puntas de cada uno, de forma que se evapore el esmalte y quede expuesta la parte conductora, teniendo cuidado de que sólo sea descubierta una sección de 5 mm de cada cable.
- ✓ Limpiar los extremos de los cables hasta que pueda apreciarse el brillo del cobre o del material conductor con el cual está fabricado.
- ✓ Tocar con una de las puntas del multímetro la sección 1 del Jack, mientras con la otra se tocan los extremos de los cables (uno a la vez) que sobresalen en el lado de los audífonos. El cable correspondiente a esta sección se reconocerá cuando el multímetro emita un sonido, indicando la unión al sector del Jack que está en contacto con la otra punta del instrumento.
- ✓ Repetir el paso anterior para cada uno de los sectores restantes.
- ✓ Una vez identificados los sectores del conector, se realizan las conexiones sobre el Circuito Universal con la disposición que se muestra en la Figura 5 y 6.

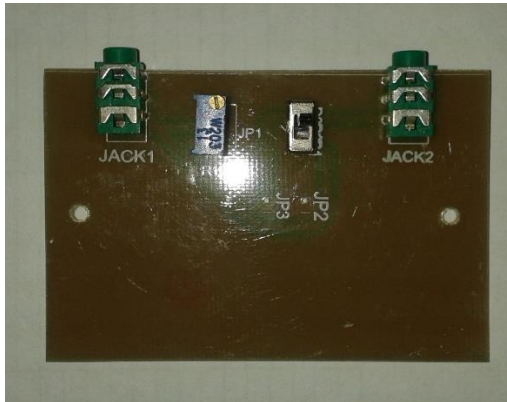


Figura 5: Vista superior

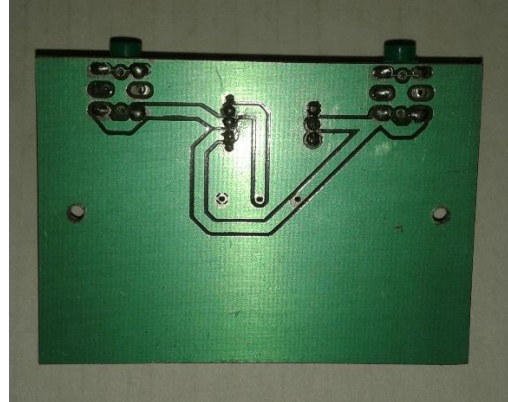


Figura 6: Vista inferior

La Figura 5 presenta la vista superior del dispositivo en la que se observa cómo están dispuestos los elementos en el circuito. En el orificio marcado como JP2 (orificio de la izquierda en la figura) se ubica el cable de tierra, en el siguiente debe conectarse la línea del parlante derecho y por último el cable unido a la sección del micrófono del conector Jack. También se muestra en la figura la ubicación del trimmer y el interruptor, este último en la posición marcada como R1 en la carátula del circuito impreso. La Figura 6 muestra las conexiones de los componentes en el circuito sobre la placa.

Prueba de la adaptación

Como se dijo anteriormente, la interfaz permite la entrada y salida de señales desde un teléfono celular, debido a esto, es necesario realizar las siguientes pruebas para verificar que funciona correctamente.

Modo de una entrada y una salida

En esta disposición, el interruptor deslizante debe estar ubicado como se indica en la Figura 8. La configuración de este modo asigna al Jack 1 la función de entrada y al Jack 2 la función de salida. Para comprobarlo, se puede emplear el Tubo de Kundt como equipo de prueba. (Encuentra su guía de construcción en <http://maescen.medellin.unal.edu.co/>)



Figura 8

E. Anexo: Módulo 4

Movimiento uniformemente acelerado -Plano inclinado

Institución educativa Alvernia

Tema: Cinemática rectilínea

Grado escolar: Décimo

Conceptos a trabajar:

- Movimiento
- Cambio de posición
- Velocidad
- aceleración
- Elaboración de gráficos.
- Interpretación de gráficos



Objetivo general
Medir la aceleración que experimenta un móvil que desciende por un plano inclinado, empleando métodos diferentes mediante el uso el teléfono celular como datalogger, para mejorar la comprensión del MUV.
Objetivos específicos
✓ Estudiar la cinemática de un cuerpo que se desplaza rectilíneamente con aceleración constante (MUV).
✓ Aprender a manipular el teléfono celular como un datalogger mediante el uso PhysicsSensor
✓ Identificar y registrar correctamente datos y resultados experimentales para realizar un análisis gráfico del (MUV).

Introducción

Este módulo consiste en realizar una serie de experimentos, en los cuales se busca determinar la aceleración que experimenta un cuerpo, que se desliza o rueda por un plano inclinado con cierto ángulo, para realizar un análisis comparativo y de esta forma consolidar un conocimiento significativo del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Se implementa una metodología donde el celular es utilizado como datalogger con lo que se pretende obtener medidas muy exactas y precisas, para elaborar gráficos, conclusiones, inferencias e interpretaciones de este movimiento.

Practica N°1**Calculo aceleración, cuerpo desplazándose en un plano inclinado**

Los cuerpos en caída por un plano inclinado sin o con rozamiento están sometidos a la atracción de la Tierra y pueden experimentar un movimiento uniformemente acelerado. Esta aceleración aumenta con la inclinación o pendiente del plano. Su valor máximo es igual a la aceleración de la gravedad $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ la cual corresponde a una inclinación de 90° .

Materiales

- 1 Plano inclinado
- 2 Bases universales
- 1 Carro para plano inclinado
- 1 Interfaz (adaptador sensores - celular)
- 1 Fotocompuerta
- 1 Celular - aplicación PhysicsSensor
- 1 Regla cebra
- 1 Adaptador de cinco voltios

Procedimiento 1

1. Disponer todos los materiales como se observa en la Figura 1.
2. Conectar la fotocompuerta, el interfaz y el celular, para utilizar éste como un datalogger: tener en cuenta que el cable USB de la fotocompuerta se puede conectar a un computador o adaptador de 5 voltios.



Figura 1

3. Activar la aplicación PhysicsSensor, en el botón inclinómetro, inclinar el plano aproximadamente 15° . Utilizar el inclinómetro de PhysicsSensor para medir este ángulo. Figura 2: se recomienda utilizar una cinta para asegurar el celular en el plano inclinado.

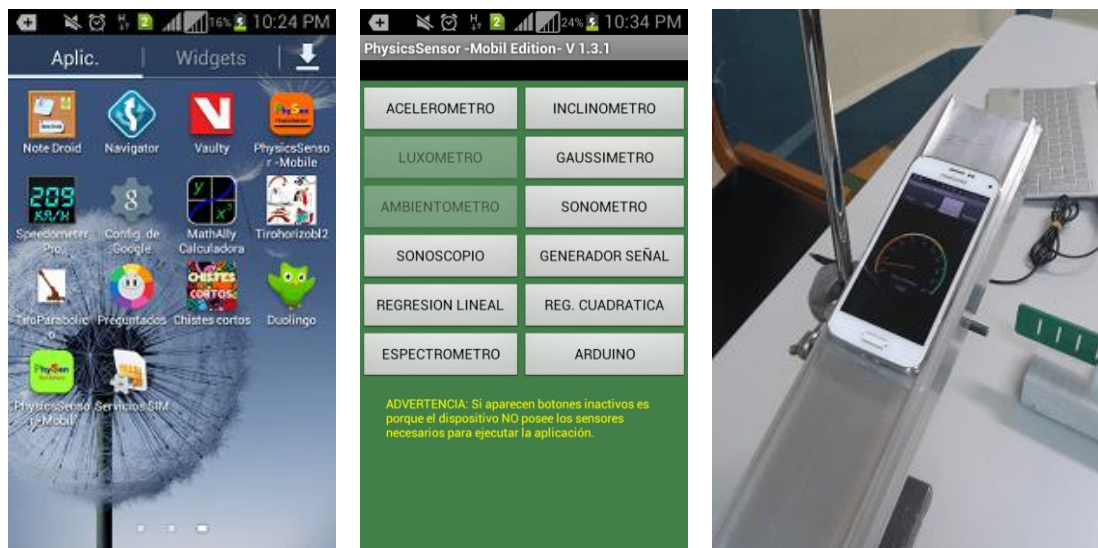


Figura 2

4. Activar la aplicación PhysicsSensor, en el botón Sonoscopio (Figura 3 a), utilizar modo 2 (2s) (Figura 3 b), soltar el carrito con la regla-cebra (la que se usa en esta guía tiene 9 cebras separadas de a 2 cm) de tal forma que ésta atraviese la fotocompuerta, ejecutar el botón capturar para obtener el registro de datos (Figura 3 c), seguidamente activar sonograma y con los dedos buscar la escala de la gráfica más apropiada para observar la señal enviada por la fotocompuerta.

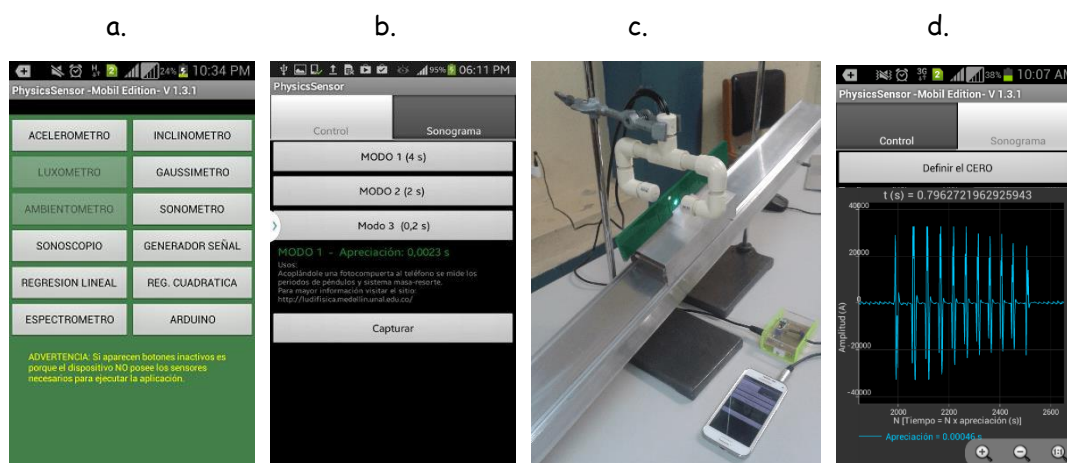


Figura 3

5. Escoger como marco de referencia el laboratorio y como sistema de coordenadas el eje X paralelo al plano inclinado, apuntando hacia la parte baja de éste y asumir, que el origen del eje coincide con la posición del centro de masa de la regla en el instante en que la primera ranura de ésta atraviesa el haz de luz de la **fotocompuerta**.

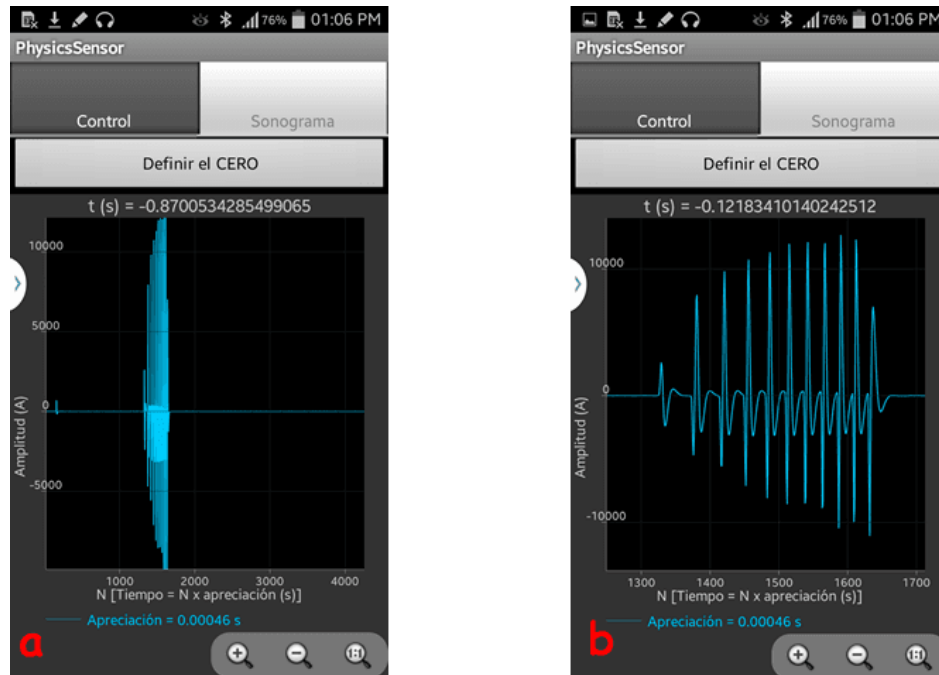


Figura 4

6. Mediante un análisis del **Sonograma** obtenido (Figura 4), llenar la Tabla 1 para la posición del centro de masa. En primera instancia el **Sonograma** aparece como el de la (Figura 4a) (se usó una regla con 9 ranuras) y mediante cambio de escala, efectuado con la yema de los dedos, se puede llevar a la forma (Figura 4b) que permite su lectura. La interpretación para realizar la lectura se insinúa en las imágenes de la Figura 5.
7. Se recomienda accionar el botón "Definir el cero" en el punto donde se marca con la línea de color rojo cebra 1, seguidamente se va deslizando la gráfica para saber el tiempo que cada orificio de la regla cebra tardo en interrumpir la luz de la fotocompuerta y de esta forma determinar tiempo muy bien medidos.

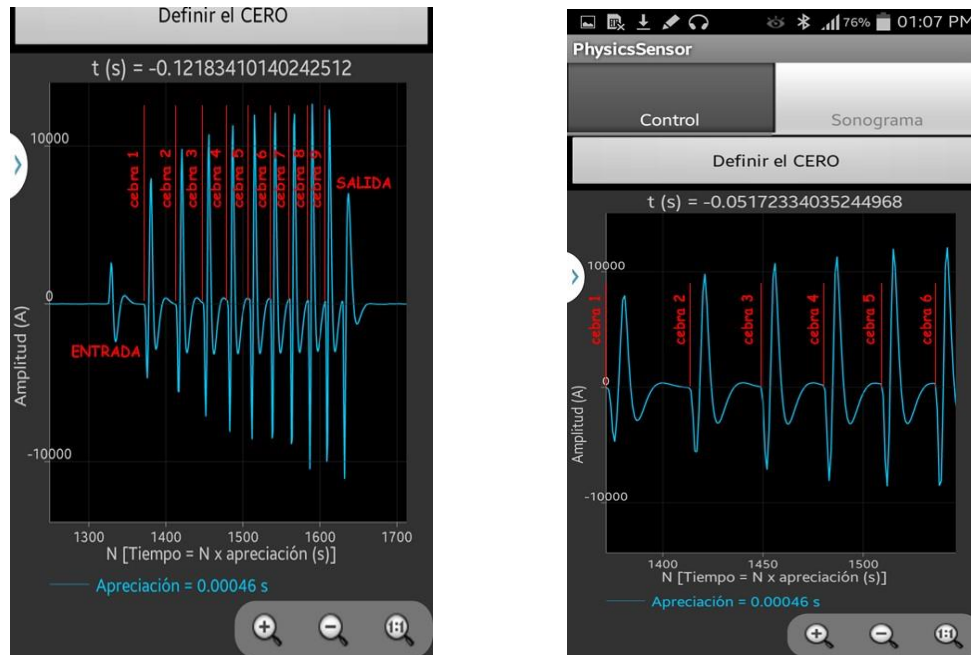


Figura 5

Tabla 1: En el reporte del tiempo se guardaron más cantidad de cifras que las cifras significativas con el fin de no perder precisión los cálculos para la regresión (construcción de la gráfica). En el reporte final deben ajustarse

	y (m)	t (s)	V (m/s)
Posición 1	0,000	0,00000	0,0000
Posición 2	0,020		
Posición 3	0,040		
Posición 4	0,060		
Posición 5	0,080		
Posición 6	0,100		
Posición 7	0,120		
Posición 8	0,140		
Posición 9	0,160		

8. Usar **PhysicsSensor** para hacer una regresión cuadrática de **x vs t** empleando los datos de la Tabla 1 y obtener de la gráfica el valor de la aceleración a del carrito con su respectiva incertidumbre. La gráfica y los resultados se despliegan de la forma ilustrada en la Figura 6. Recordar que del coeficiente de t^2 de la regresión cuadrática se obtiene la aceleración del carrito (es el doble de éste coeficiente):

$$\Delta X = V_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Para elaborar la gráfica de los datos obtenidos en la Tabla 1, siga los siguientes pasos: ingrese al **PhysicsSensor**, luego active el botón Reg. Cuadrática, seguidamente agregue los datos obtenidos para cada uno de las variables, active el botón gráfica y observara la construcción de la misma, por último accione el botón resultados, registre los diferentes coeficientes con su respectiva incertidumbre, posteriormente se puede proseguir con su respectiva interpretación.



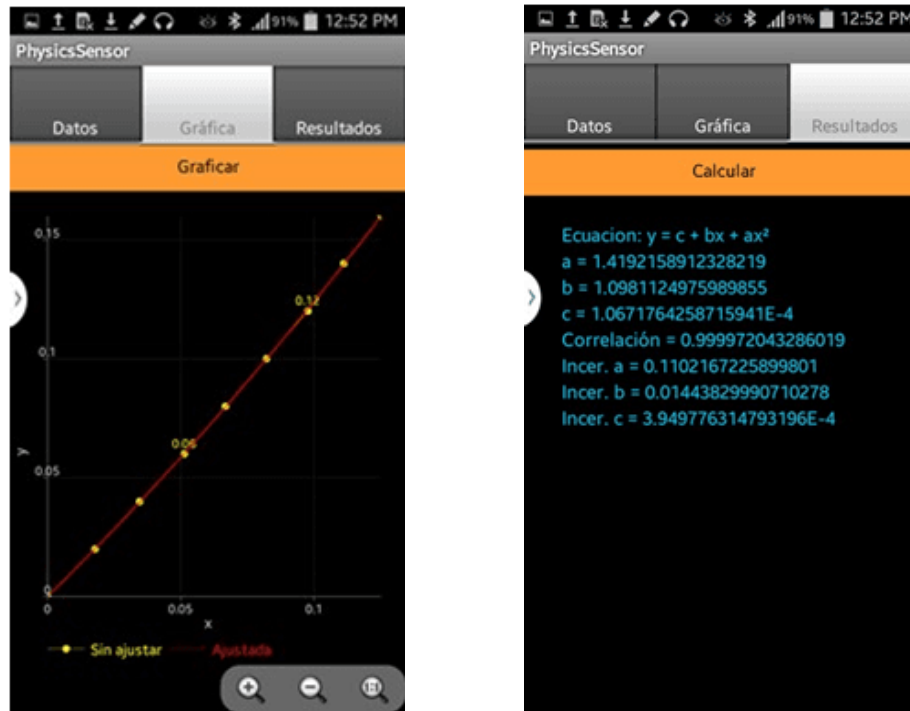


Figura 6


9. Calcular el valor de la aceleración con la siguiente expresión teórica en donde g es la aceleración de la gravedad y θ es el ángulo de inclinación del plano (se supuso que la inercia rotacional de las ruedas del carrito era despreciable).

$$a = g \cdot \sin \theta$$

Comparar este resultado con el obtenido experimentalmente. Plantear conclusiones respecto a los valores obtenidos y a la precisión de los instrumentos utilizados.

10. Informe de practica experimental

El siguiente informe es el documento de la actividad experimental donde los estudiantes registran los datos de los procedimientos realizados, las inferencias y conclusiones obtenidas, para analizar el nivel de adquisición de los conocimientos, además es la evidencia de los procesos de enseñanza aprendizaje

	INSTITUCION EDUCATIVA ALVERNIA MODALIDAD ACADEMICA Medellín, Colombia
Laboratorio	Estudiante: _____

Calculo de aceleración en un plano inclinado, mediado por dispositivos móviles.

Objetivo	Medir la aceleración experimental de un móvil que desciende por un plano inclinado, empleando métodos diferentes para su comprobación, mediante el uso el teléfono celular como datalogger, posibilitando la comprensión del MUV.
-----------------	---

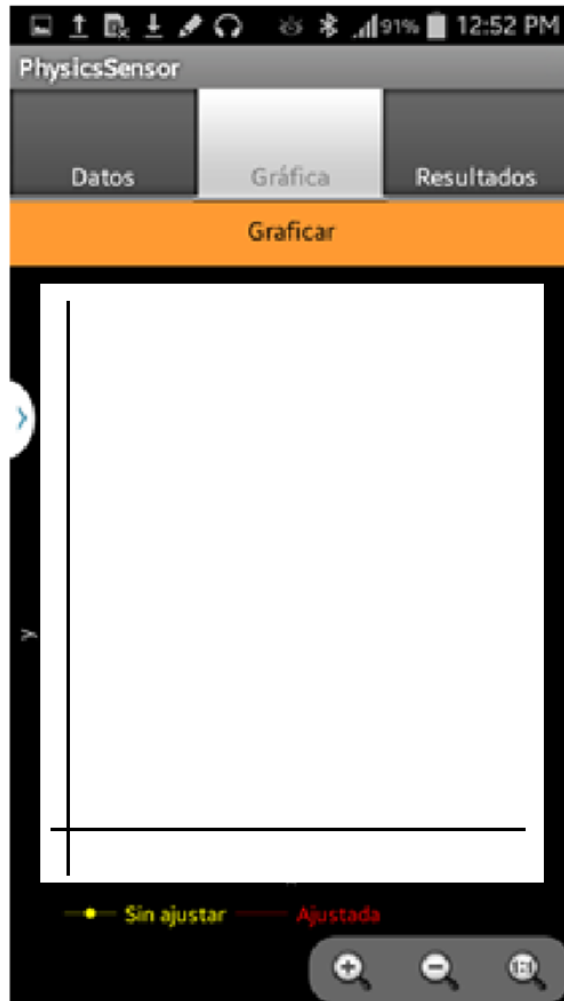
1. Registrar el ángulo de inclinación del plano con respecto a la horizontal, valor obtenido con la aplicación PhysicsSensor.

Angulo θ de inclinación obtenido con el inclinómetro del PhysicsSensor	$\theta =$
---	------------

2. Registrar los tiempos obtenidos en gráfico del sonoscopio, teniendo en cuenta que los tiempos se miden siempre desde el primer registro, es decir, desde donde se definió el cero. Se recuerda que U_y y U_t son la incertidumbre de las medidas debido a los instrumentos de medición.

	y (m)	t (s)	V(m/s)
Posición 1	0,000	0,00000	0,000
Posición 2	0,020		
Posición 3	0,040		
Posición 4	0,060		
Posición 5	0,080		
Posición 6	0,100		
Posición 7	0,120		
Posición 8	0,140		
Posición 9	0,160		

3. Después de registrar los datos en la tabla anterior, se acciona el botón regresión cuadrática del PhysicsSensor y se digitan datos, para generar la gráfica, se le pide tomar una fotografía y completar la siguiente imagen imitando los datos obtenidos en la aplicación para tener evidencia de su elaboración.



Se activa el botón de resultados para registrar el valor de a y $2a$, debido a que se realiza el ajuste de la ecuación posición en un MUV. Seguidamente calcula la aceleración con la expresión teórica:

$$a = g \cdot \sin \theta$$

Resultados de la grafica	
a=	
2a=	
Cálculo aceleración teórica	
Aceleración=	

4. Responda las siguientes preguntas.

a. Describa el comportamiento de la gráfica Posición vs Tiempo, adquirida en el celular, ¿cómo se relacionan? Y ¿cuál es el cambio que experimentan una variable con respecto a la otra?

b. Compara los resultados de la aceleración obtenida con la aplicación y la aceleración obtenida teóricamente, plantea conclusiones.

c. ¿Qué pueden deducir con respecto al valor de la aceleración para un ángulo de 30°, 45°, 60° y 90°?

d. Establece posibles causas de error que se presentan en este tipo de actividad experimental.

Elaborado	Dorlan Alexander Muñoz G.
Referencias	
PhysicsSensor, software Diego Aristizabal UN Practica N°3, Mecánica - Maestría en enseñanza de la ciencias exactas UN	

F. Anexo: Módulo 5

Movimiento uniformemente acelerado -Plano inclinado

Institución educativa Alvernia

Tema: Cinemática rectilínea

Grado escolar: Décimo

Conceptos a trabajar:

- Movimiento
- Cambio de posición
- Velocidad
- aceleración
- Elaboración de gráficos.
- Interpretación de gráficos



Objetivo general
Medir la aceleración que experimenta un móvil que desciende por un plano inclinado, empleando métodos diferentes mediante el uso el teléfono celular como datalogger, para mejorar la comprensión del MUV.
Objetivos específicos
✓ Estudiar la cinemática de un cuerpo que se desplaza rectilíneamente con aceleración constante (MUV).
✓ Aprender a manipular el teléfono celular como un datalogger mediante el uso PhysicsSensor
✓ Identificar y registrar correctamente datos y resultados experimentales para realizar un análisis gráfico del (MUV).

Introducción

Este módulo consiste en realizar una serie de experimentos, en los cuales se busca determinar la aceleración que experimenta un cuerpo, que se desliza o rueda por un plano inclinado con cierta ángulo, para realizar un análisis comparativo y de esta forma consolidar un conocimiento significativo del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado: se implementa una metodología donde el celular es utilizado como datalogger con lo que se logra obtener medidas muy exactas y precisas, para elaborar gráficos, conclusiones, inferencias e interpretaciones de este movimiento.

Practica N°2

Calculo aceleración, cuerpo desplazándose en un plano inclinado

Los cuerpos en caída por un plano inclinado sin o con rozamiento están sometidos a la atracción de la Tierra y pueden experimentar un movimiento uniformemente acelerado. Esta aceleración aumenta con la inclinación o pendiente del plano. Su valor máximo es igual a la aceleración de la gravedad $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ la cual corresponde a una inclinación de 90° .

Materiales

- 1 Plano inclinado
- 2 Bases universales
- 1 Carro para plano inclinado
- 1 Interfaz (adaptador sensores - celular)
- 1 Fotocompuerta
- 1 Celular - aplicación PhysicsSensor
- 1 Regla cebra
- 1 Adaptador de cinco voltios

Procedimiento 1

1. Disponer todos los materiales como se observa en la Figura 1. Se pretende calcular el valor de la aceleración que experimenta un móvil cuando desciende por un de un plano inclinado midiendo la velocidad "instantánea" en dos posiciones separadas una distancia "h" fija, de una regla cebra como se observa en la Figura 2. El montaje es el mismo que el de la práctica 1, sólo que a la **regla-cebra** se le hace una adaptación, Figura 2, con cinta adhesiva opaca dejando habilitadas sólo dos pares de ranuras contiguas de la **regla-cebra**.



Figura 1

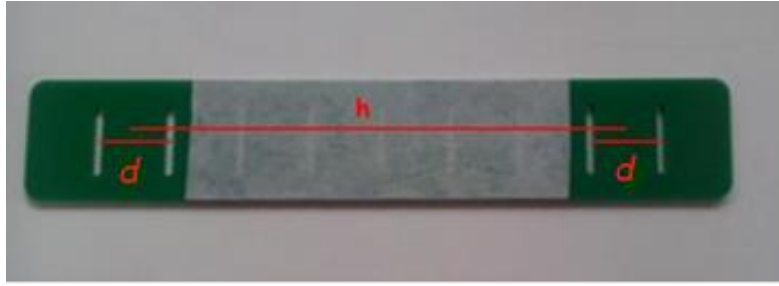


Figura 2

2. Se suelta el carrito con **regla-cebra** acoplada de tal forma que ésta atraviese adecuadamente la **fotocompuerta**, Figura 3.



Figura 3

3. Usar el sonograma desplegado en el dispositivo móvil (tablet o celular), deslizando la yema de los dedos para ajustar la escala de la gráfica de una forma apreciable, es decir, para obtener los tiempos que tardaron la ranuras en atravesar la fotocompuerta y con ese valor calcular las velocidades "instantáneas" V_1 y V_2 con la que pasa la regla-cebra (o su centro de masa) cuando cada uno de los pares de ranuras disponibles la atraviesan. Usar las siguientes expresiones.

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde V es la velocidad instantánea al pasar dos ranuras contiguas por la fotocompuerta: se calcula con la distancia d entre ellas y el tiempo t (Figura 4) empleado para esto.

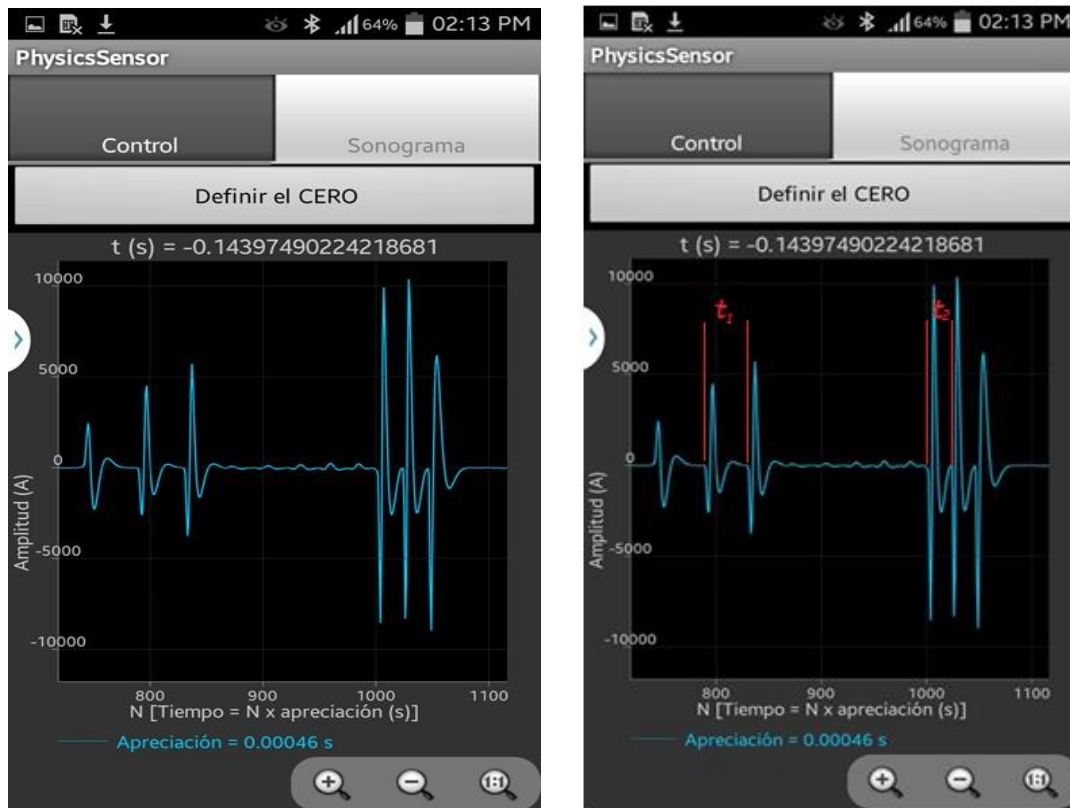


Figura 4

4. Recordar que en el MUV se cumple

$$V_f^2 = V_o^2 + 2a \cdot \Delta X$$

Donde se despeja la aceleración y aplicada a esta actividad experimental ΔX es igual a la distancia h en la regla-cebra

$$a = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2h}$$

donde, V_1 y V_2 son las velocidades con las que la **regla-cebra** atraviesa la fotoc compuerta y h la distancia entre los pares de ranuras, Figura 2.

Compara con el valor $a = g \cdot \sin \theta$, en donde g es la aceleración de la gravedad y θ el ángulo de la inclinación del plano.

Procedimiento 2

1. Empleando el **acelerómetro NO INERCIAL** de **PhysicsSensor**, se pretende calcular la aceleración que experimenta un móvil cuando desciende por un plano inclinado, aprovechando los sensores de localización que la mayoría de los celulares en la actualidad poseen, estos por medio del software el cual brindan el valor de la aceleración.
2. Acoplar el teléfono celular al carrito con su eje Y alineado con el plano inclinado. En la Figura 5 se ilustran los ejes de un celular tal y como se definen internacionalmente. En la Figura 6 se ilustra cómo se acopla el celular al carrito para realizar este experimento, se recomienda utilizar cinta adhesiva para evitar algún daño.



Figura 5



Figura 6

3. Activar el **acelerómetro NO INERCIAL** de **PhysicsSensor** en su componente **Y**, Figura 7. La aceleración que marca estando el celular en reposo respecto al plano inclinado corresponde a la aceleración de traslación medida desde un marco de referencia inercial con la que descendería el carrito por el plano con esa inclinación. En el caso ilustrado marca $2,350 \text{ m.s}^{-2} \pm 0,005 \text{ m.s}^{-2}$.



Figura 7

En la imagen se logra visualizar la aceleración que experimentaría cualquier móvil al deslizarse por el plano inclinado con fricción despreciable y para la inclinación dada, Figura 8.



Figura 8

Si en este montaje se deja descender el carrito, el **acelerómetro NO INERCIAL** en su componente en **Y** debe marcar **CERO** a medida que se va acelerando.

5. Seguidamente se procede a emplear el **acelerómetro INERCIAL** de **PhysicsSensor**.

Repetir el experimento anterior pero activando el **acelerómetro INERCIAL** de **PhysicsSensor** correspondiente al eje **Y**, Figura 9. En este caso cuando el carrito está en reposo la aceleración que mide el acelerómetro es **CERO** y cuando se deja descender el acelerómetro marca $2,540 \text{ m.s}^{-2} \pm 0,005 \text{ m.s}^{-2}$. El valor se obtiene al interpretar la gráfica que despliega en el botón **Gráficas** del acelerómetro, Figura 10.

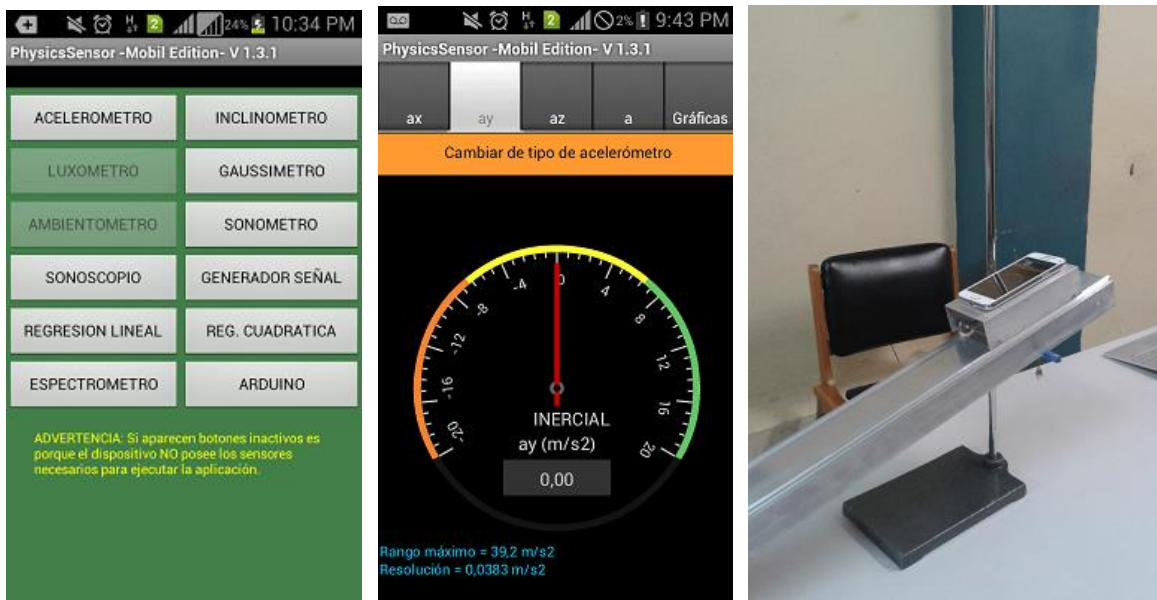


Figura 9




Figura 10

En esta gráfica se observan varias líneas, las cuales representan las aceleraciones en los diferentes ejes, la amarilla en el eje X, la azul en el eje Y y la roja en el eje z, la línea de color blanco es la sumatoria de las aceleraciones.

La línea blanca en su primer pico muestra la aceleración que experimenta el celular soportado en el carrito del plano inclinado cuando desciende, se puede realizar la comparación con los otros procedimientos, para verificar la veracidad de los datos obtenidos.

6. Informe de practica experimental

El siguiente informe es el documento de la actividad experimental donde los estudiantes registraran los datos de los procedimientos realizados, las inferencias y conclusiones obtenidas, para analizar el nivel de adquisición de los conocimientos, además es la evidencia de los procesos de enseñanza aprendizaje

	<p style="text-align: center;">INSTITUCION EDUCATIVA ALVERNIA MODALIDAD ACADEMICA Medellín, Colombia</p>
<p>Laboratorio</p>	<p>Estudiante: _____</p>

Calculo de aceleración en un plano inclinado, mediado por dispositivos móviles.

Objetivo	<i>Medir la aceleración experimental de un móvil que desciende por un plano inclinado, empleando métodos diferentes para su comprobación, mediante el uso el teléfono celular como datalogger, posibilitando la comprensión del MUV.</i>
-----------------	--

Registrar el ángulo de inclinación del plano con respecto a la horizontal, valor obtenido con la aplicación PhysicsSensor.

Angulo θ de inclinación obtenido con el inclinómetro del PhysicsSensor	$\theta =$
---	------------

Registrar los tiempos obtenidos en gráfico del sonoscopio, teniendo en cuenta que son dos tiempos, el " t_1 " uno cuando pasa las dos primeras ranuras y el tiempo dos " t_2 " cuando pasan la ranura tres y cuatro. Recordar que U_y y U_t son la incertidumbre de las medidas debido a los instrumentos de medición.

Registro de datos procedimiento 2		
Magnitud	Ecuación	Dato
Distancia d (m) regla cebra		
Distancia h (m) regla cebra		
Tiempo t_1 (s) sonoscopio		
Tiempo t_2 (s) sonoscopio		

Velocidad V_1 (m/s)	$V_1 = \frac{d}{t}$	
Velocidad V_2 (m/s)	$V_2 = \frac{d}{t}$	
Aceleración experimental a (m/s ²)	$a = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2h}$	

Aceleración teórica a (m/s ²)	$a = g \cdot \sin\theta$	
--	--------------------------	--

Después de registrar los datos en la tabla anterior, se analizan la aceleración experimental y la aceleración teórica, Compara los resultados de la obtenida con la aplicación y la obtenida teóricamente, plantea conclusiones.

Luego en los siguientes cuadros se registran los datos obtenidos con el acelerómetro NO INERCIAL y el acelerómetro INERCIAL

Aceleración Acelerómetro no inercial a (m/s ²)		Aceleración Acelerómetro inercial a (m/s ²)	
--	--	---	--

Compara los resultados de la aceleración obtenida con la aplicación y la aceleración obtenida teóricamente, plantea conclusiones.

¿Cómo serían los resultados si el plano inclinado tomara valores de 15° , 30° , 45° , 60° 75° y 90° ? Recomendación activar dos celulares en el mismo plano inclinado con la aplicación PhysicsSensor, uno con el botón inclinómetro y otro con el acelerómetro no inercial. Registra los datos y se sugiere realizar una gráfica para su respectiva interpretación.

¿Qué factores pueden ser causa de errores experimentales?

Elaborado	Dorlan Alexander Muñoz G.
Referencias	
PhysicsSensor, software Diego Aristizabal UN Practica N°3, Mecánica - Maestría en enseñanza de la ciencias exactas UN	

G. Anexo: Módulo 6

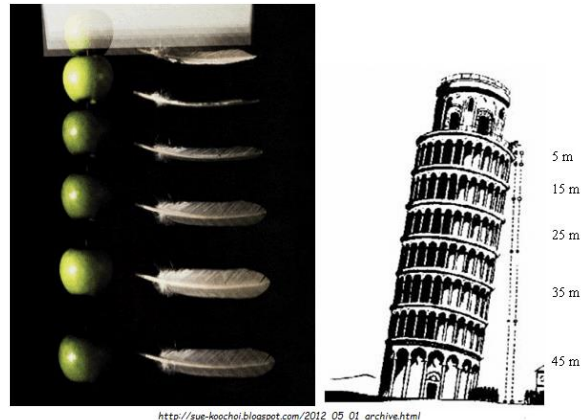
Experimento: Cálculo aceleración de la gravedad por medio
de la caída de los cuerpos.
Institución educativa Alvernia

Tema: Cinemática

Grado escolar: Décimo

Conceptos a trabajar:

- Movimiento
- Cambio de posición
- Velocidad
- aceleración
- Interpretación de gráficos



Objetivo general
✓ Medir la gravedad en la ciudad de Medellín a través del análisis de la cinemática de un cuerpo en "caída libre" empleando el teléfono celular como datalogger.
Objetivos específicos
✓ Estudiar la cinemática de un cuerpo en caída libre a través de un análisis gráfico. ✓ Reportar correctamente los datos y resultados experimentales. ✓ Aprender a manejar el teléfono celular como un datalogger mediante el uso PhysicsSensor.

Introducción

Este módulo consiste en realizar una serie de experimentos, en los cuales se busca determinar la aceleración que experimenta un cuerpo, que cae libremente desde el reposo, tomar un registro de datos de tiempo con respecto a la posición, para realizar un análisis comparativo y de esta forma consolidar un conocimiento significativo del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

Se implementa una metodología donde el celular utilizado como datalogger con lo que se pretende obtener medidas muy exactas y precisas, para elaborar gráficos, conclusiones, inferencias e interpretaciones de este movimiento.

Practica: Cálculo aceleración, de un cuerpo en caída libre.

Los cuerpos en caída libre están sometidos a la atracción de la Tierra y experimentan un movimiento uniformemente acelerado. Esta aceleración tiende a ser constante en la mayor parte de la superficie terrestre. Su valor promedio es igual a la aceleración de la gravedad $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Materiales

- 1 Bases universales
- 1 Interfaz (adaptador sensores - celular)
- 1 Fotocompuerta
- 1 Celular - aplicación PhysicsSensor
- 1 Regla cebra
- 1 Adaptador de cinco voltios

Procedimiento 1

1. Disponer todos los materiales como se observa en la Figura 1, se pretende calcular el valor de la aceleración que experimenta un móvil cuando describe un movimiento en caída libre.
2. Conectar la fotocompuerta, el interfaz y el celular, para utilizar éste como un datalogger. Tener en cuenta que el cable USB de la fotocompuerta se puede conectar a un computador o adaptador de cinco voltios.



Figura 1

3. Activar la aplicación PhysicsSensor, accionar el botón sonoscopio, elegir el modo 2 (2s), Figura 2 y luego capturar el registro de datos dejando caer la reglas cebra como se observa en la Figura 3.

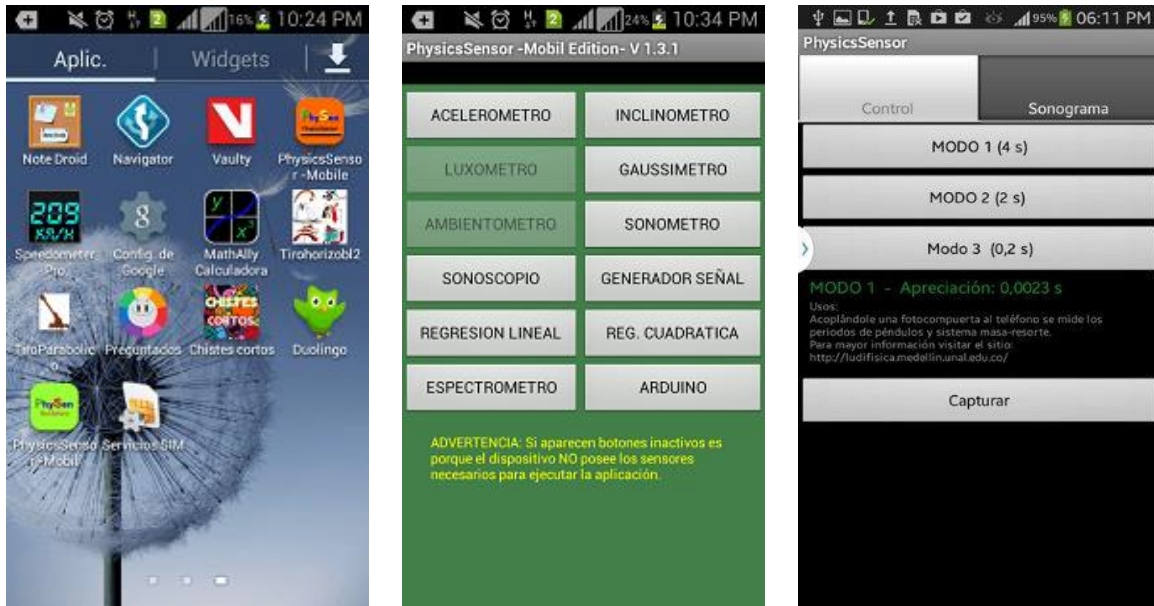


Figura 2

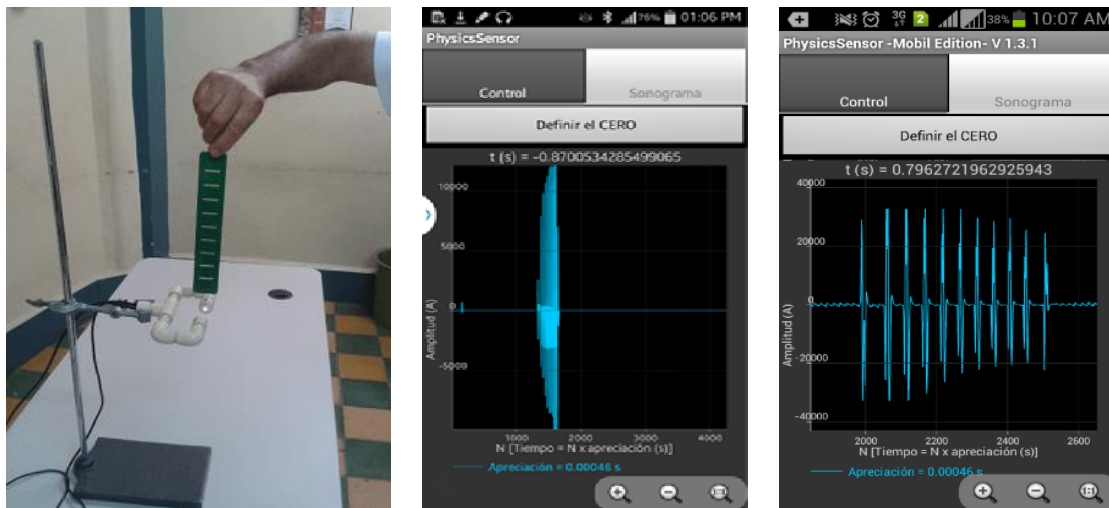


Figura 3

4. Se deja caer libremente la regla cebra como se observa en la Figura 3, teniendo cuidado de que todas las ranuras interrumpan verticalmente la luz de la fotoc compuerta. Se activa el botón del sonograma y se observa el registro capturado por el celular de acuerdo a la señal enviada por el sensor.

La regla cebra que se usa en esta guía tiene 9 ranuras separadas de a 2 cm, de tal forma que ésta atraviese la fotoc compuerta, ejecutar el botón capturar para obtener el registro

de datos, seguidamente activar sonograma y con los dedos buscar la escala de la gráfica más apropiada para observar la señal enviada por la fotoc compuerta. Figura 3.

5. Escoger como marco de referencia el laboratorio y como sistema de coordenadas el eje Y apuntando hacia abajo y asumiendo que su origen coincide con la posición del centro de masa de la regla en el instante en que la primera ranura de ésta atraviesa el haz de luz de la fotoc compuerta. Mediante un análisis del sonograma obtenido, Figura 4 llenar la Tabla 1 para la posición del centro de masa. La interpretación para realizar la lectura se insinúa en las Figura 4.

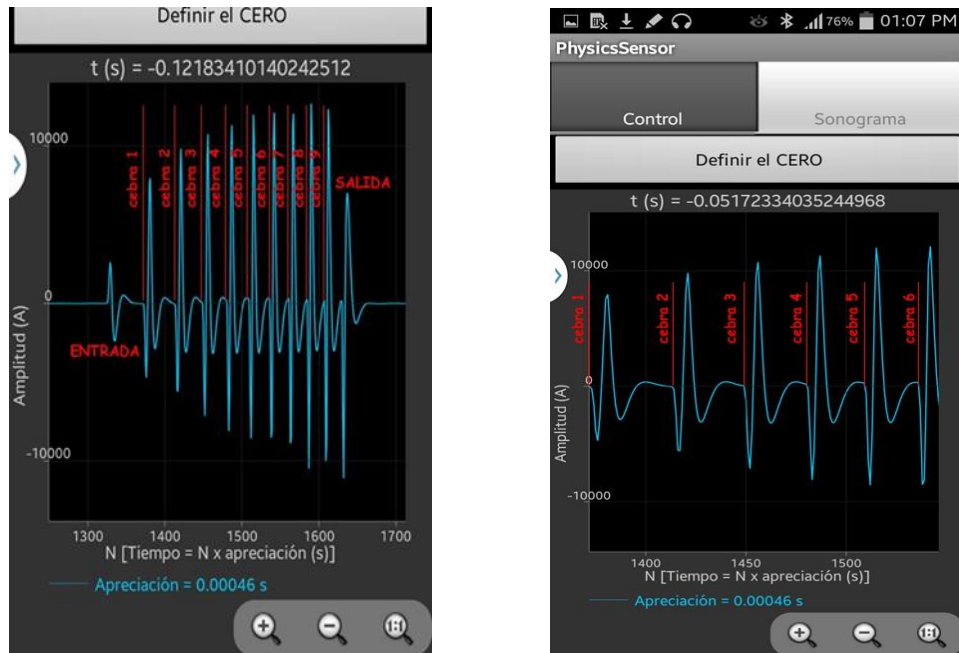


Figura 4

Tabla 1: En el registro del tiempo se guardaron más cantidad de cifras que las cifras significativas con el fin de no perder precisión en los cálculos para la regresión, es decir, para la gráfica.

	y (m)	t (s)	v (m/s)
Posición 1	0,000	0,00000	0,000
Posición 2	0,020		
Posición 3	0,040		
Posición 4	0,060		
Posición 5	0,080		

Posición 6	0,100		
Posición 7	0,120		
Posición 8	0,140		
Posición 9	0,160		

6. Usar **PhysicsSensor** para hacer una **regresión cuadrática** de **x vs t** (empleando los datos de la Tabla 1 y obtener de la gráfica el valor de la aceleración **a** del carrito con su respectiva incertidumbre. La gráfica y los resultados se despliegan de la forma ilustrada en la Figura 5. Recordar que la pendiente de este tipo de recta que me brinda la regresión cuadrática es el coeficiente del tiempo al cuadrado multiplicado por dos, donde se puede interpretar como la aceleración el movimiento de caída libre de un cuerpo.

$$\Delta y = V_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

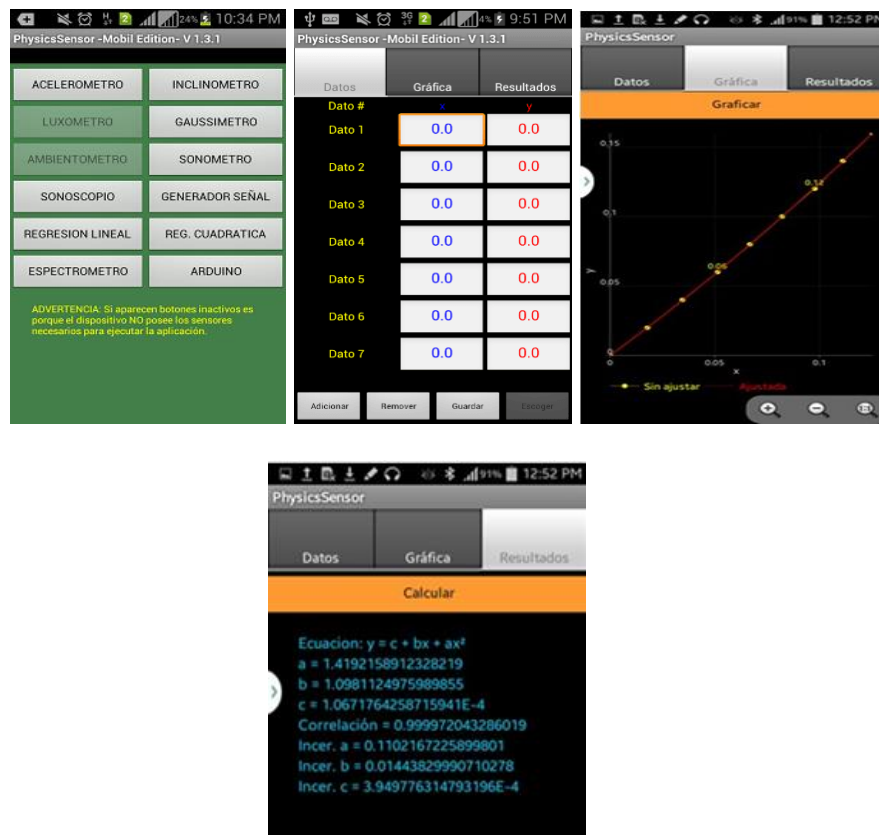


Figura 5

7. Para elaborar la gráfica de los datos obtenidos en la Tabla 1, siga los siguientes pasos, ingrese al **PhysicsSensor**, luego active el botón Reg. Cuadrática, seguidamente agregue los datos obtenidos para cada uno de las variables, active el botón gráfica y observara la construcción de la misma, por último accione el botón resultados, registre los diferentes coeficientes con su respectiva incertidumbre, se hace claridad que el coeficiente "a" es la pendiente de la gráfica, posteriormente se puede proseguir con su respectiva interpretación.
8. Luego de observar el coeficiente de "a" y multiplicarlo por dos, analice el resultado, plantee conclusiones comparando esta experiencia con el valor de la gravedad teórica en Medellín de $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Procedimiento 2

1. El montaje es el mismo de los laboratorios anteriores. A la **regla-cebra** se le hace una adaptación, Figura 6 con cinta adhesiva opaca se dejan habilitadas sólo dos pares de ranuras contiguas de la **regla-cebra**.



Figura 6

2. Se suelta la regla-cebra de tal forma que ésta atraviese adecuadamente la fotocuenta, Figura 7.

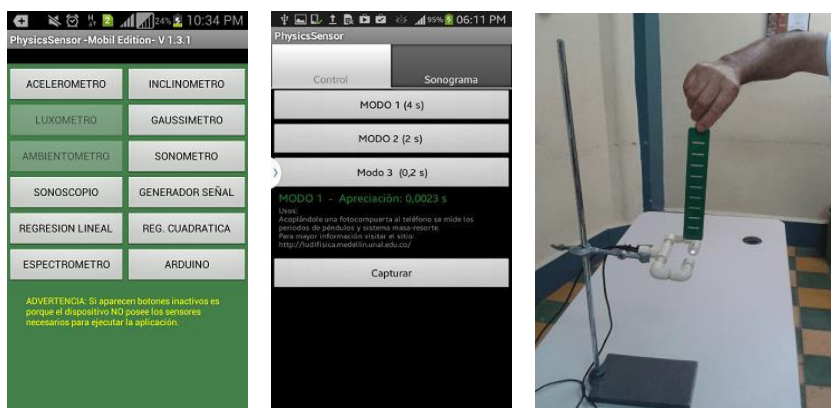


Figura 7

3. Usar el sonograma desplegado en el dispositivo móvil (tablet o celular), deslizando la yema de los dedos para ajustar la escala de la gráfica de una forma apreciable, es decir, para obtener los tiempos que tardaron la ranuras en atravesar la fotocpuerta y con ese valor calcular las velocidades "instantáneas" V_1 y V_2 con la que pasa la regla-cebra (o su centro de masa) cuando cada uno de los pares de ranuras disponibles la atraviesan. Usar la expresión,

$$V = \frac{d}{t}$$

donde V es la velocidad instantánea al pasar dos ranuras contiguas por la fotocpuerta: se calcula con la distancia d entre ellas y el tiempo t empleado para esto, Figura 8.



Figura 8

3. En el módulo 2 se mostró que en el MUV se cumple

$$V_f^2 = V_o^2 + 2a \cdot \Delta X$$

donde se despeja la aceleración y aplicado a esta actividad experimental Δy es igual a la distancia h en la regla-cebra.

Recordar que en el MUV se cumple

$$V_f^2 = V_o^2 + 2a \cdot \Delta y$$

Donde se despeja la aceleración y aplicada a esta actividad experimental Δy es igual a la distancia h en la regla-cebra

$$a = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2h}$$


donde, V_1 y V_2 son las velocidades con las que la regla-cebra atraviesa la fotocompuerta y h la distancia entre los pares de ranuras, Figura 6.

Luego compara el valor de la aceleración obtenida, en el procedimiento 1, con el procedimiento 2 y el valor de la gravedad en la ciudad de Medellín que es de $9,78 \text{ m/s}^2$.

Plantea conclusiones respecto a los valores obtenidos y a la precisión de los instrumentos utilizados.

6. Informe de practica experimental

El siguiente informe es el documento de la actividad experimental donde los estudiantes registraran los datos de los procedimientos realizados, las inferencias y conclusiones obtenidas, para analizar el nivel de adquisición de los conocimientos, además es la evidencia de los procesos de enseñanza aprendizaje

	INSTITUCION EDUCATIVA ALVERNIA MODALIDAD ACADEMICA Medellín, Colombia
Laboratorio	Estudiante: _____

Calculo de aceleración de la gravedad por medio de la caída de los cuerpos, mediado por dispositivos móviles.

Objetivo	<i>Medir la gravedad en la ciudad de Medellín a través del análisis de la cinemática de un cuerpo en "caída libre" empleando el teléfono celular como datalogger.</i>
-----------------	---

Registrar los tiempos obtenidos en grafico del sonoscopio, teniendo en cuenta que los tiempos se miden siempre desde el primer registro, es decir, desde donde se definió el cero, se recuerda que U_y y U_t son la incertidumbre de las medidas debido a los instrumentos de medición.

	y (m)	t (s)	v (m/s)
Posición 1	0,000	0,00000	0,000
Posición 2	0,020		
Posición 3	0,040		
Posición 4	0,060		
Posición 5	0,080		
Posición 6	0,100		
Posición 7	0,120		
Posición 8	0,140		
Posición 9	0,160		

Después de registrar los datos en la tabla anterior, se acciona el botón regresión cuadrática del PhysicsSensor y se digitan datos, para generar la gráfica, se le pide tomar una fotografía y completar la siguiente imagen imitando los datos obtenidos en la aplicación para tener evidencia de su elaboración



Resultados de la grafica	
a=	
2a=	

Seguidamente multiplica el valor de a por dos y compara este resultado con el valor de la aceleración teórico según el informe de gestión Agustín Codazzi donde g es igual a:

$$g = 9,78 \frac{m}{s^2}$$

Seguidamente atendiendo las indicaciones del procedimiento 2, registrar los tiempos obtenidos en grafico del sonoscopio, teniendo en cuenta que son dos tiempos, el " t_1 " uno cuando pasa las dos primeras ranuras y el tiempo dos " t_2 " cuando pasan la ranura tres y cuatro, se recuerda que U_y y U_t son la incertidumbre de las medidas debido a los instrumentos de medición.

Registro de datos procedimiento 2		
Magnitud	Ecuación	Dato
Distancia d (m) regla cebra		
Distancia h (m) regla cebra		
Tiempo t_1 (s) sonoscopio		
Tiempo t_2 (s) sonoscopio		
Velocidad V_1 (m/s)	$V_1 = \frac{d}{t}$	
Velocidad V_2 (m/s)	$V_1 = \frac{d}{t}$	
Aceleración experimental a (m/s ²)	$a = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2h}$	

Responda las siguientes preguntas.

De acuerdo al valor de $2a$ en el procedimiento 1 y al valor de a en el procedimiento 2, plantea una pequeña conclusión.

Describe el comportamiento de la gráfica posición vs tiempo, adquirida en el celular, ¿cómo se relacionan? Y ¿cuál es el cambio que experimenta una variable con respecto a la otra?

Compara los resultados obtenidos en el procedimiento 1, el procedimiento 2 y el brindado por la fundación Agustín Codazzi y plantea una pequeña conclusión.

Establece posibles causas de error que se presentan en este tipo de actividad experimental

Elaborado	Dorlan Alexander Muñoz G.
Referencias	
PhysicsSensor, software Diego Aristizabal UN Practica N°3, Mecánica - Maestría en enseñanza de la ciencias exactas UN	

H. Anexo: Cuestionario TUG-K modificado

Favor no rayar la prueba

Cuestionario comprensión de graficas de cinemática TUG-K

Las preguntas constan de un enunciado y cuatro posibilidades de respuesta, entre las cuales debes escoger la que consideres correcta

Asignatura	Nº. preguntas	Tiempo
Física (Cinemática)	12	50 min

1. La Figura 1 representa la gráfica de velocidad respecto al tiempo del movimiento rectilíneo de un objeto, ¿Cuándo es más negativa la aceleración?

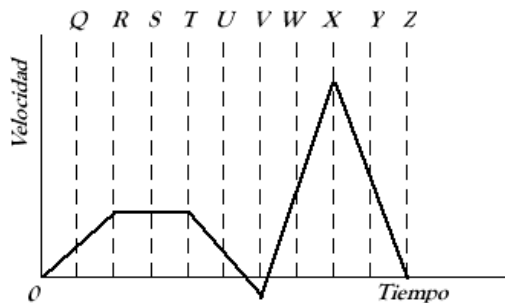


Figura 1

- (A) Desde R hasta T.
- (B) Desde T hasta V.
- (C) En V.
- (D) En X.
- (E) Desde X hasta Z.

2. La Figura 2 representa la gráfica de posición respecto al tiempo del movimiento rectilíneo de un objeto, ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación?

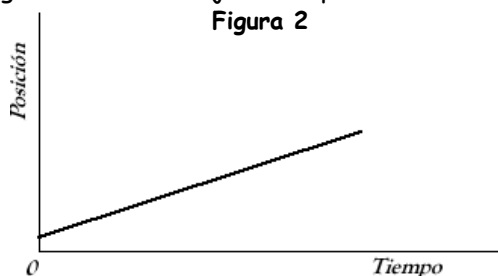


Figura 2

- (A) El objeto se mueve con una aceleración constante y distinta de cero.
- (B) El objeto no se mueve.
- (C) El objeto se mueve con una velocidad constante que aumenta uniformemente.
- (D) El objeto se mueve a velocidad constante.
- (E) El objeto se mueve con aceleración que aumenta uniformemente.

3. Un ascensor se mueve desde el sótano hasta el décimo piso de un edificio. La masa del ascensor es de 1000 kg y se mueve tal como se muestra en la gráfica de velocidad respecto al tiempo ilustrada en la Figura 3, ¿Qué distancia recorre durante los primeros tres segundos de movimiento?

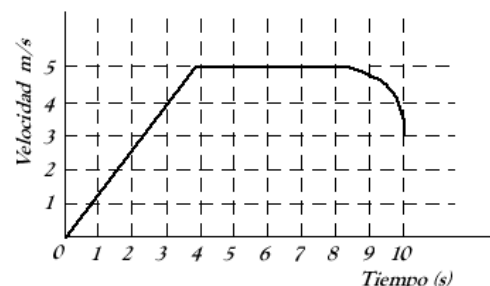


Figura 3

- (A) 0.75 m
- (B) 1.33 m
- (C) 4.0 m
- (D) 6.0 m
- (E) 12.0 m

4. En la Figura 4 se ilustra la gráfica de posición respecto al tiempo de un objeto moviéndose en línea recta. La velocidad en el instante $t = 2s$ es:

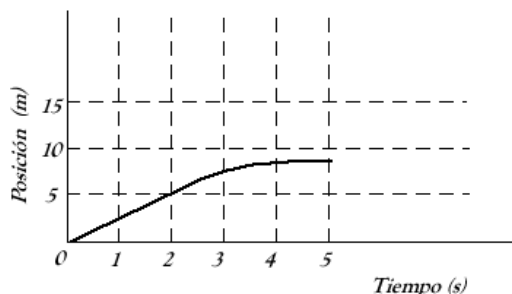


Figura 4

- (A) 0.4 m/s
- (B) 2.0 m/s
- (C) 2.5 m/s
- (D) 5.0 m/s
- (E) 10.0 m/s

5. En la Figura 5 se ilustra la gráfica de posición respecto al tiempo del movimiento rectilíneo de un objeto, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta?

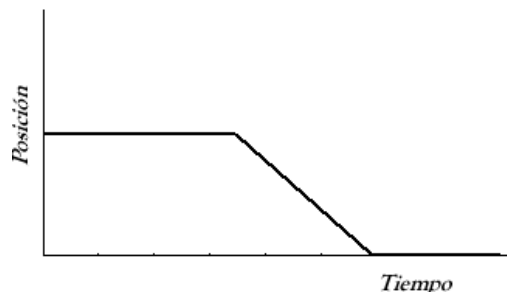


Figura 5

- (A) El objeto rueda sobre una superficie horizontal, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.
- (B) El objeto no se mueve al principio, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.
- (C) El objeto se mueve a velocidad constante, después frena hasta que se para.
- (D) El objeto no se mueve al principio, después se mueve hacia atrás y finalmente se para.
- (E) El objeto se mueve sobre una superficie horizontal, luego se mueve hacia atrás por una pendiente y después sigue moviéndose

6. Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las gráficas siguientes describe correctamente dicha situación?

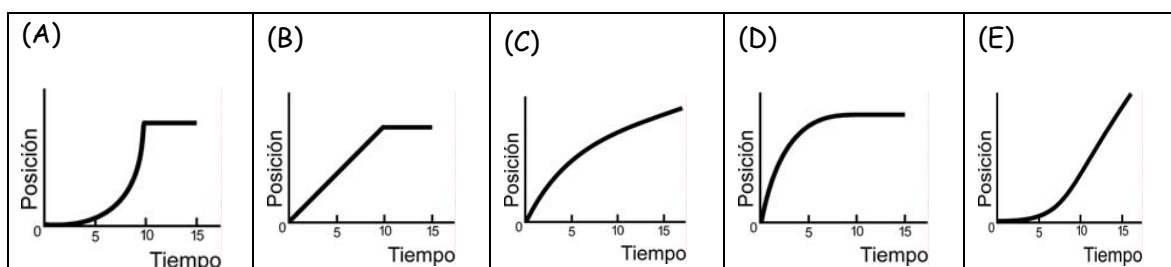


Figura 6

7. Considere las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:

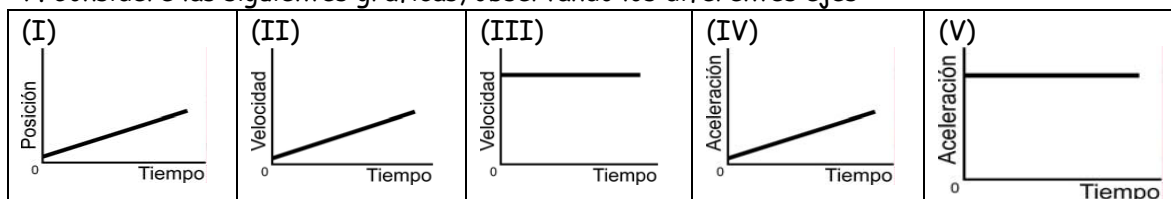


Figura 7

¿Cuáles de ellas representan un movimiento a velocidad constante?

- (A) I, II y IV
- (B) I y III.
- (C) II y V.
- (D) Sólo la IV.
- (E) Sólo la V.

8. En la Figura 8 se ilustra la gráfica de aceleración respecto al tiempo de un objeto que se mueve en línea recta. La variación de la velocidad del objeto durante los primeros tres segundos de movimiento fue:

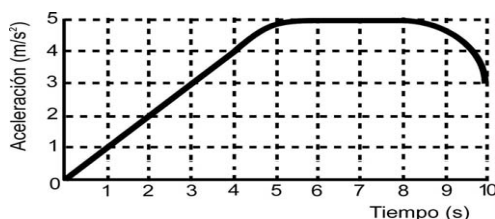


Figura 8

- (A) 0.66 m/s.
- (B) 1.0 m/s.
- (C) 3.0 m/s.
- (D) 4.5 m/s.
- (E) 9.8 m/s.

9. La Figura 9 ilustra la gráfica de velocidad respecto al tiempo de un objeto

moviéndose en línea recta. Para calcular la distancia recorrida durante el intervalo de tiempo comprendido entre $t = 0s$ y $t = 2s$ haciendo uso de esta gráfica, debemos:

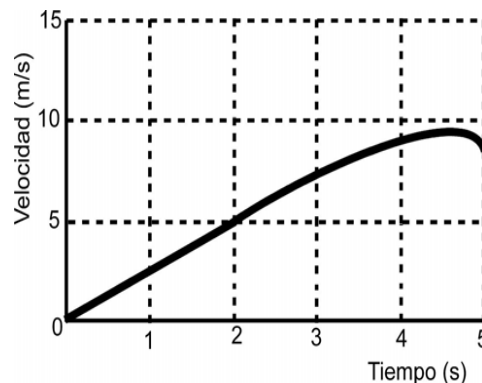


Figura 9

- (A) Leer 5 directamente del valor de la ordenada en el eje vertical.
- (B) Hallar el área encerrada bajo la curva mediante la expresión $(5 \times 2)/2$.
- (C) Hallar la pendiente de dicha curva dividiendo 5 entre 2.
- (D) Hallar la pendiente de dicha curva dividiendo 15 entre 5.
- (E) No se da suficiente información para poder responder

10. Considérense las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:

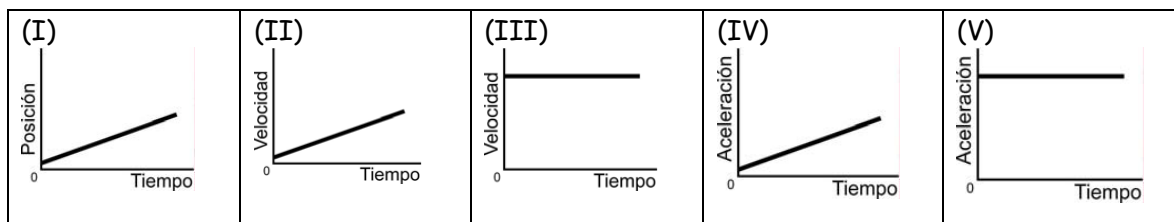


Figura 10

¿Cuál(es) de ellas representa(n) un movimiento con aceleración constante distinta de cero?

- (A) I, II y IV.
- (B) I y III.
- (C) II y V.
- (D) solo la IV.
- (E) Sólo la V.

11. La Figura 11 ilustra la gráfica de velocidad respecto al tiempo de un objeto que se mueve en línea recta. De acuerdo con esta gráfica, ¿Qué distancia recorre el objeto durante el intervalo de tiempo comprendido entre $t = 4 \text{ s}$ y $t = 8 \text{ s}$?

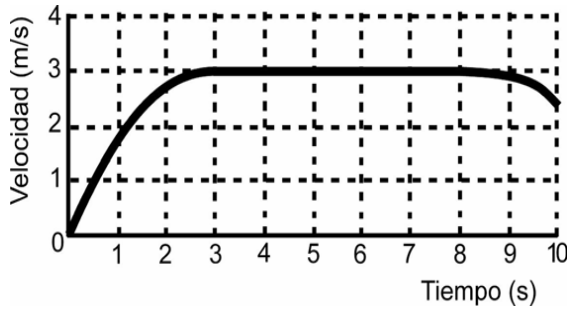


Figura 11

- (A) 0.75 m
- (B) 3.0 m
- (C) 4.0 m
- (D) 8.0 m
- (E) 12.0 m

12. La Figura 12 ilustra la gráfica de velocidad respecto al tiempo de un objeto que se mueve en línea recta, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones proporciona la mejor interpretación?

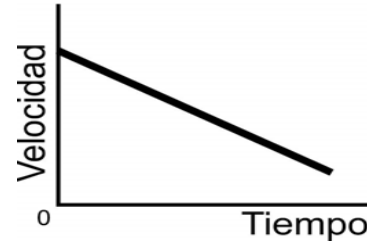


Figura 12

- (A) El objeto se mueve con una aceleración constante.
- (B) El objeto se mueve con una aceleración que disminuye uniformemente.
- (C) El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.
- (D) El objeto se mueve a una velocidad constante.
- (E) El objeto no se mueve

Referencias

Ausubel, D. (1983). *Aprendizaje significativo*. Mexico: Trillas.

Barros, J. f. (2008). ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA MIRADA DE LA DIDACTICA DE ESCUELA FRANCESA. *Revista EIA*, 55-71.

Guidugli, Silvina; Fernández Gauna, Cecilia & Benegas, Julio. (2004). APRENDIZAJE ACTIVO DE LA CINEMÁTICA LINEAL Y SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN LA ESCUELA SECUNDARIA. *Innovaciones didácticas*, 463-472.

Sanchez Ivan, Marco Antonio Moreira & Caballero Sahelices Concesa . (2008). IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA CINEMÁTICA A TRAVÉS DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. *Revista chilena de ingeniería*, vol. 17 N° 1, 27-41.

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo critico. *Individa, boletin de estudios e investigación*, 83-102.

R. García Salcedo, D. S. (2008). La enseñanza de conceptos físicos en secundaria: Diseño de secuencias didácticas que incorporan diversos tipos de actividades. *Departamento de física educativa*, 62-67.

Vargas Calver, I. M. (2000). Didactica de la matematica.

Yaya, C. H. (s.f.). TALLER DE FÍSICA: APLICACIÓN DE AMBIENTES DE APRENDIZAJE.

McDermontt, L. C. (2009). Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica. *Concepciones de los alumnos en mecánica*, 1-14.

Johnson, L. A. (2013). *Aprendizaje mediante dispositivos moviles, reporte horizonte 2013*. Austin, Texas: 2013 K-12 Edición.

Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1978). Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

Chevallard, Y. (1992). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Psicología cognitiva y educación. AIQUE grupo editor.

Moreira, M. (2000). Aprendizaje significativo: visión clásica. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Texto de Apoyo n° 6.Actasdel PIDEc. Vol. 2: 33-52.

- Rodríguez Palmero, M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo crítico. A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. Gonzales. ED. Pamplona, España.
- Cardelli, J. (2004). Reflexiones críticas sobre el concepto de transposición didáctica de Chevallard. Cuadernos de antropología social. p. p. 49-61. FFyL – UBA – ISSN: 0327-3776.
- Moreira, M. (2005). La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico. Indivisa. Boletín de estudios e investigación, número 006. Centro superior de estudios universitarios La Salle. Madrid, España. p. p. 83-102.
- Ley general de educación. (1994), Decretos reglamentarios, N° 10, Santa fe de Bogotá, editorial federación Colombiana de educadores, servigraphic, 1994
- Guillaron, J. J.1, Lourenço, A. B.2, Méndez, L. M.1, Hernández, A. C.2, (2013), Alcances y limitaciones actuales de la actividad experimental en escuelas de Enseñanza Media de la provincia Santiago de Cuba: criterios de alumnos y profesores, Latin-American Journal of Physics Education, Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional - IPN, v. 7, n. 1, p. 107-117.
- Ochoa, Y. D. (2012). Enseñanza-Aprendizaje de la Cinemática Lineal en su Representación Gráfica bajo un Enfoque Constructivista: Ensayo en el Grado Décimo de la Institución Educativa Pbro. Juan J. Escobar. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia.
- Lineamientos curriculares, (1998), ciencias naturales y educación ambiental, Santa fe de Bogotá, editorial Nomos Impresores S.A.
- The NMC Horizon Report: 2013 K-12 Edition, (2013), Aprendizaje mediante dispositivos móviles, recuperado de: http://www.eduteka.org/pdfdir/E2013_07_horizon-report-k12202013.pdf
- Ministerio de educación nacional colombiano, (1994), Ley de educación general, Ley 115 de 1994, recuperado http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- Navaridas, Fermín; Santiago, Raul & Touron, Javier, (2013). Valoración del profesorado de área de fresno (California central) sobre la influencia de la tecnología móvil en el aprendizaje de los estudiantes. RELIVE, 19 (2), art. 4.
- Robert J. Beichner. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. Physics Department, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 29695. Received 11 October 1993; accepted 1 March 1994.
- López castaño. Hugo. El comportamiento de la oferta. Bogotá: escala, 2000. 129p.

Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. Compendio, tesis y otros trabajos de investigación. Quinta Actualización. Bogotá. ICONTEC, 2002.

Márquez de Melo, José “Comunicación e integración latinoamericana: El papel de ALAIC”. {En línea}. {10 julio de 2008} disponible en: (www.mty.itsem.mx/externos/alaic/texto1html).